# Die Bedeutung der Windrosen

für

## theoretische und practische Fragen der Meteorologie und Klimatologie

bei dem heutigen Zustand der Wissenschaft,

dargelegt durch die aus fünfzehnjährigen Beobachtungen in Leipzig sich ergebenden Beispiele

von

**Dr. Paul Schreiber**

in Chemnitz.

Mit 2 Tafeln.

(ERGÄNZUNGSHEFT No. 66 ZU „PETERMANN'S MITTHEILUNGEN".)

GOTHA: JUSTUS PERTHES.

1881.

# INHALT.



## TAFELN:

## Vorwort.

Die Idee zu der vorliegenden Arbeit entstand bei der Bearbeitung der sämmtlichen in Leipzig angestellten meteorologischen Beobachtungen, welche ich im Auftrag des Directors der Leipziger Sternwarte, Herrn Geh.-Hofrath Bruhns ausgeführt habe. Der Herr Geh.-Hofrath wollte diese Bearbeitung zu einer ausführlichen Darstellung des Klima's von Leipzig verwenden, wurde aber darin durch seinen leider zu früh erfolgten Tod gehindert. In liebenswürdiger Weise gestattete Herr Bruhns mir die Verwendung des gesammten Materiales zur vorliegenden Arbeit auch vor der Publication seinerseits, und beklage ich es auf das Tiefste, dass ich ihm nicht an dieser Stelle für diese Liberalität meinen Dank aussprechen kann.

Es würde mich freuen, wenn die kleine durch mühselige Arbeit entstandene Schrift als ein geringer Beitrag zur Vermehrung unserer Kenntniss über die Vorgänge in der Atmosphäre angesehen werden könnte, und empfehle ich dieselbe den Männern des Faches, namentlich den Herren Geographen zur freundlichen Erwägung und Beurtheilung.

Chemnitz, am 15. August 1881.

**Dr. Paul Schreiber.**

# I. Barische Windrosen.

Die Änderungen des Luftdruckes gehören bekanntlich zu den unregelmässigsten Vorgängen in der Atmosphäre. Man kann annehmen, dass die Differenz zwischen den absoluten Extremen des Barometerstandes in unseren Gegenden circa 50 mm Quecksilbersäule betragen dürfte. Ziemlich klar treten aus diesen Variationen die täglichen und jährlichen Perioden hervor, welche wir in ihren wesentlichsten Zügen hier folgen lassen.

*Jährliche und tägliche Periode des Luftdruckes in Leipzig.*

| Monat. | Monatsmittel. | Abweichungen vom Mittel zu den Beobachtungsstunden 6 a. m. | 2 p. m. | 10 p. m. |
|---|---|---|---|---|
| Januar . . | 751,8 | — 0,0 | — 0,2 | + 0,2 |
| Februar . . | 53,0 | — 0,1 | — 0,1 | + 0,2 |
| März . . . | 49,1 | — 0,1 | — 0,2 | + 0,3 |
| April . . . | 51,2 | + 0,1 | — 0,2 | + 0,1 |
| Mai . . . | 51,2 | + 0,2 | — 0,2 | 0,0 |
| Juni . . . | 51,5 | + 0,2 | — 0,3 | + 0,1 |
| Juli . . . | 51,3 | + 0,1 | — 0,2 | + 0,1 |
| August . . | 51,5 | + 0,1 | — 0,2 | + 0,1 |
| September . | 52,4 | + 0,1 | — 0,2 | + 0,1 |
| October . . | 51,5 | — 0,1 | — 0,1 | + 0,2 |
| November . | 50,4 | — 0,1 | — 0,2 | + 0,3 |
| December . | 51,8 | — 0,2 | — 0,1 | + 0,3 |
| Jahr | 751,4 | 0,0 | — 0,2 | + 0,2 |

Man erkennt daraus, dass die regelmässigen Schwankungen derart unbedeutend gegenüber den unregelmässigen sind, dass sie fast vernachlässigt werden können.

Die Zusammenstellung der bei denselben Windrichtungen beobachteten Barometerstände lässt nun eine Abhängigkeit der beiden Elemente von einander erkennen, die schon in wenig Jahren, sowohl in ihrer Grösse, als namentlich in der Lage der Extreme, deutlich hervortritt. Wir lassen hier die vierpunktigen Windrosen der Monate folgen.

*Vierpunktige barische Windrosen in Abweichungen von den Monatsmitteln. Gültig für das mittlere Europa.*

| Monat. | Quadranten, aus welchen die Winde kommen. NE | SE | SW | NW | Maximum. | Minimum. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter. | | | | | |
| Januar . | + 2,5 | + 0,2 | — 1,5 | — 0,1 | E | SW |
| Februar . | + 1,1 | — 0,6 | — 0,9 | — 2,3 | NNW | SzW |
| März . . | + 2,6 | + 0,6 | — 1,5 | — 0,1 | NNE | WzS |
| April . . | + 2,7 | + 0,9 | — 2,0 | + 1,5 | N | SW |
| Mai . . | + 0,8 | — 0,6 | — 1,3 | + 1,0 | N | SSW |
| Juni . . | + 1,8 | — 0,1 | — 1,0 | + 1,2 | ENE | S |
| Juli . . | + 1,8 | — 0,1 | — 0,9 | + 1,8 | NNW | SSW |
| August . | + 1,9 | 0,0 | — 1,1 | + 2,2 | NNW | SW |
| September | + 4,9 | + 0,7 | — 1,7 | + 1,8 | N | SSW |
| October | + 3,4 | + 0,9 | — 2,2 | + 0,7 | EzN | SSW |
| November | + 3,6 | — 0,1 | — 1,5 | + 2,4 | NE | SSW |
| December | + 1,2 | + 1,2 | + 0,2 | + 0,2 | E | SSW |

Man erkennt daraus, dass die Winde in dem NE-Quadranten den Druck der Luft vermehren, während die S- bis W-Winde ebenso entschieden das Barometer zum Fallen bringen. Die Einwirkung der SE- und NW-Quadranten ist wesentlich von der Jahreszeit abhängig. Die grösste Erhebung des Barometers über das Monatsmittel bringen die NE-Winde im September hervor, während im October die SW-Winde die grösste barische Depression erzeugen.

Ziehen wir die zu den einzelnen Jahreszeiten gehörigen Monate zusammen, so treten die Resultate klarer hervor, wie diess die folgende kleine Tabelle zeigt.

*Lage und Grösse der Extreme und Media der barischen Windrose.*

| | Medium beim Anstieg. | | Maximum. | | Medium beim Abstieg. | | Minimum. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter . . . | W | 752,2 | E | + 3,0 | ESE | 752,2 | SSW | — 1,0 |
| Frühjahr . . | WNW | 750,5 | NzE | + 2,6 | SEzS | 750,5 | SSW | — 2,5 |
| Sommer . . | W | 751,5 | NNW | + 2,5 | SE | 751,5 | S | — 2,2 |
| Herbst . . . | W | 751,4 | NNE | + 4,3 | SE | 751,4 | SSW | — 2,8 |
| Jahr . . . | W | 751,4 | NE | + 2,6 | SE | 751,4 | SSW | — 2,0 |

Dieselben Erscheinungen, welche die barischen Windrosen von Leipzig zeigen, findet man auch in denen anderer Orte wieder, deren mehrere berechnet worden sind. Fassen wir nun die Länder Europa's in das Auge, so sind es Winde aus N bis E, welche mit hohem Barometerstand verbunden sind, während S- bis W-Winde von niederem Druck begleitet werden. Wenn wir jedoch die Grössen der Abweichung der Maxima und Minima des Druckes von den Mittelwerthen desselben in das Auge fassen, so erkennen wir, dass dieselben von derselben Ordnung sind, wie die periodischen Änderungen des Barometerstandes. Die grösste Erhebung über das Mittel bringen in Leipzig N-Winde im September hervor, es beträgt hier die mittlere Abweichung der Winde aus dem NE-Quadranten circa 5 mm. Die Windrosen der Jahreszeiten ergeben im Herbst den NNE als den schwersten Wind mit einer Druckzunahme von 4,3 mm. Wesentlich kleiner sind die barischen Depressionen der SW-Winde, welche 3 mm nicht erreichen. Vergleichen wir damit die Resultate anderer Orte, wie wir sie von Kämtz, Dove, Schmid und Anderen aufgeführt finden, so wird dieses Resultat bestätigt.

So finden wir als *Unterschiede zwischen dem Maximum und Minimum des Druckes in der Windrose*

| | Paris nach Dove | Karlsruhe nach Schmid |
|---|---|---|
| Winter . . | 9,8 mm | 4,7 mm |
| Frühjahr . . | 8,7 | 4,7 |
| Sommer . . | 7,2 | 4,7 |
| Herbst . . | 6,1 | 6,1 |
| Jahr . . . | 7,1 | 5,1 |

und weiter giebt Kämtz eine Zusammenstellung von Jahresresultaten

| | |
|---|---|
| London . . . | 5,9 mm |
| Middelburg . . | 9,2 |
| Hamburg . . . | 5,0 |
| Copenhagen . . | 6,5 |
| Paris . . . . | 5,6 |
| Minden . . . | 6,1 |
| Berlin . . . . | 8,1 |
| Moskau . . . | 4,5 |
| Stockholm . . | 5,2 |

Dass diese Differenzen etwas grösser ausgefallen sind als bei meiner Berechnung der barischen Windrose von Leipzig, mag seinen Grund mit in der Herleitung der Extreme aus der Bessel'schen Gleichung haben, welche von allen früheren Rechnern vorgenommen wurde, während ich dieselben einfach der graphischen Darstellung und Ausgleichung entnahm. Alle diese Resultate scheinen mir ein wichtiges Ergebniss zu liefern, welches ich in keinem der mir zugänglichen Werke ausgesprochen gefunden habe. Es erscheinen die von der Windrichtung abhängigen Druckänderungen gegenüber den bedeutenden Schwankungen des Barometers so geringfügig, dass dieselben bei theoretischen Erörterungen der Vorgänge in der Atmosphäre als ausschlaggebend nicht angesehen werden können. Die Ursachen, welche beide Elemente als abhängig von einander erscheinen lassen, sind jedenfalls secundärer Natur, und können nicht als diejenigen angesehen werden, welche überhaupt die grossen Druckschwankungen bewirken.

Es stellen die Werthe der barischen Windrosen Mittel aus Zahlen dar, welche ziemlichen Schwankungen unterliegen. Dabei scheinen die den SW-Quadranten entsprechenden Barometerstände weniger zu variiren, als die im NE-Quadranten. Sehr hohe Barometerstände kommen bei SW-Winden ausserordentlich selten vor und machen hierin nur die Wintermonate eine Ausnahme. Dagegen kommen bei NE-Winden neben häufigen sehr hohen Barometerständen auch sehr tiefe nicht selten vor. Nur ein Beispiel sei erwähnt. Im October 1875 finden wir folgende Notirungen.

| Zeit . . . . . . . . | 6 a. m. | 2 p. m. | 10 p. m. |
|---|---|---|---|
| Windrichtung und Stärke . | SSE 0—1 | E 1—2 | NE 2—3 |
| Barometerstand . . . . . | 729,6 | 730,7 | 731,6 |
| Barischer Werth des Windes | 750,6 | 755,5 | 755,2 |

Mir scheint, als ob diese Umstände bisher zu wenig beachtet worden sind, es würde sonst nicht den barischen Windrosen eine derartige Bedeutung beigelegt worden sein. Dove scheint den Grundgedanken zu seiner epochemachenden Theorie der atmosphärischen Vorgänge durch die Vergleichung der Barometerschwankungen mit den Änderungen der Windrichtung gefasst zu haben, wenigstens geht diess aus seinen eigenen Worten im 11. Bande von Poggendorff's Annalen der Physik hervor. Er sah, dass der von niederem Barometerstand begleitete S-Wind sich über W nach N und O drehte, bis er wieder S wurde, dass dabei sich der Barometerstand derart änderte, dass die Drehung bis NE ein Zunehmen desselben bewirkte, während von da an der Druck abnahm, bei S seinen alten Werth erreichte und bei Annäherung an W wieder zu steigen begann. Mit scharfem Verstand fasste er die Bedeutung dieses Vorganges auf, und gründete darauf eine Theorie, welche ihrerseits ein bedeutendes Aufsehen machte und auch jetzt noch von den meisten Lehrbüchern beibehalten wird. Diese Theorie ist ja so bekannt, dass sie nur mit wenig Worten in ihren Grundzügen dargestellt zu werden braucht.

Die Grundursache aller Bewegung der Atmosphäre findet sich am Äquator, hier steigt die stark erwärmte Luft auf; von beiden Seiten strömt Ersatz in den Passaten herzu; oben fliesst der Antipassat nach den Polen. Unter den Pferdebreiten senkt sich dieser Strom zur Erde herab. Ein Theil dieser Luft fliesst nach dem Äquator zurück, der andere Theil strömt als SW über Europa vom Atlantischen Ocean her. Während in den heissen Regionen der Erde die Circulation um eine horizontale Axe Statt findet, stellt Dove als Resultat der Erfahrung den Satz auf, dass ausserhalb der Tropen diese Bewegung um eine verticale Axe vor sich gehe, und erscheint dieser Satz mir als eine der wichtigsten wissenschaftlichen Errungenschaften, welche wir dem äusserst fruchtbaren Gelehrten verdanken. Dem so stets von S vordringenden Strom warmer und feuchter und deshalb relativ leichter Luft, dem Äquatorialstrom, stellt sich nun ein Strom entgegen, welcher die Luft wieder den Wendekreisen zuführt. Dieser kommt aus N und ist kalt, trocken und relativ schwer. Der Äquatorialstrom, als aus S stammend, verliert durch die Axendrehung der Erde seine Richtung und geht über SW in W über, während der Polarstrom über NE nach E sich dreht. In den anderen Quadranten erscheint der Wind, wenn diese beiden Ströme auf einander treffen und sich gegenseitig verdrängen. So entwickelt Dove seine Theorie weiter, er sieht unseren Erdtheil als den Schauplatz des beständigen Kampfes dieser beiden Ströme an, und findet seine Stütze in den barischen Windrosen und namentlich auch in den Änderungen, welche das Barometer während des Herrschens der einzelnen Winde erleidet, dass dasselbe fällt von NE über E, S bis SW und von da über W und N wieder steigt. Dreht sich der Wind über N, E, S, so wird der Polarstrom verdrängt durch den anhebenden Südstrom, während im NW-Quadranten dieser der Macht der kalten Luft des Nordens erliegt. Wir sehen so im Geiste diese beiden Dämonen um die Herrschaft ringen, hören ihr Heulen, und ist es durchaus klar, dass eine solche Auffassung namentlich in den Kreisen der Seeleute eine begeisterte Aufnahme finden musste. Mit emsigem Fleiss hat so Dove Beweismaterial herangeschafft

und seine Ansicht nach allen Richtungen hin zu begründen gesucht. Er hat viele begeisterte Anhänger und Schüler gefunden, welche ihm halfen seine Ansichten zu begründen und zu verbreiten; ist doch das grosse Lehrbuch der Meteorologie von E. E. Schmid vorzugsweise auf Dove's Arbeiten basirt, und verlässt heutzutage E. Lommel seine Fahne noch nicht, wo das Häuflein der Getreuen immer kleiner wird. Doch der stolze Bau: er sank nieder, ein Stein nach dem andern löste sich ab und heut' besteht nur noch eine Ruine, welche von der Herrlichkeit des Gebäudes ein lautredendes Zeugniss giebt. Die Steine aber bilden köstliche Errungenschaften des emsigen Fleisses des Nestors der meteorologischen Wissenschaft, dieselben werden stets dem Zahne der Zeit trotzen, sie werden helfen einen neuen Bau aufzuführen, der wahrscheinlich auch bald in Trümmern fallen wird. Es ist diess ja das Loos wissenschaftlicher Theorien, sie stürzen mit der Zeit dahin, und werden nur diejenigen der Wissenschaft wirklich von Nutzen gewesen sein, welche aus dem köstlichen unvergänglichen Material fleissiger Beobachtungen und zuverlässiger Bearbeitung derselben aufgebaut sind. Auch dann, wenn das damit aufgebaute Gebäude dahinsinkt, wird die Ehre des Baumeisters Jahrhunderte lang unangetastet dastehen.

Und so wird es mit Dove gehen, sein Gebäude ist gefallen, es lässt sich nicht halten, die Wucht der Thatsachen stürmt dagegen; aber sein eifrig herbeigeschafftes Material wird stets der Wissenschaft die grössten Dienste leisten; wahrhaft wohlthuend wirkt die Emsigkeit, womit er Beweisgründe für seine Theorie herbeizuschaffen sucht gegenüber der etwas mangelnden Gründlichkeit, womit heut' Mehrere mit grossem mathematischen Apparat ausgerüstete Theorien aufbauen.

Wesentlich wurde Dove in seinen Theorien unterstützt durch die eigenthümlichen Verhältnisse, welche in Europa herrschen, es sprach namentlich dafür die Drehung des Windes, die in der That in den meisten Fällen nach dem berühmten Winddrehgesetz Dove's Statt findet.

Aber schon ein Missbehagen hat wohl jeder empfunden, der die Theorie des Kampfes der beiden Ströme überdacht hat, dass man hier überall die Frage nach der Ursache dieser Vorgänge vermisst. Man sieht schwer ein, warum an einem Ort ein Südstrom auf einmal eintritt, längere Zeit weht und dann von einem eintretenden Polarstrom verdrängt wird. Namentlich die Anstauung zweier Ströme, die ostwestliche Verschiebung der Grenzen der beiden, das Niedersteigen der warmen Luft des Südstromes und das dadurch bedingte Verdrängen der unteren schweren kalten Luft des Polarstromes, das gegenseitige Abschwächen der Ströme, das sind alles Vorgänge, welche nicht der Zufall herbeiführen kann, sondern denen bestimmte Ursachen zu Grunde liegen müssen. Und die Frage des Warum?, sie stellt weder Dove noch Schmid, noch sonst einer der eifrigen Vertreter der Dove'schen Wissenschaft. Wenn weiter ein kalter schwerer und ein leichter warmer Strom nebeneinander fliessen, so müssen ja auch Strömungen von dem einen nach dem anderen eintreten, auch diese Frage habe ich bei Dove nicht angeregt gefunden. Es scheint, als ob Dove den rein statistischen Standpunkt bei der Behandlung der meteorologischen Fragen nicht habe verlassen wollen und er hat am Ende darin Recht gehabt. In der Zeit, als er in rüstiger Manneskraft stand, galt es zunächst Material zu schaffen, um eine Grundlage zur Aufführung des theoretischen Gebäudes zu erhalten.

So einfach es erscheint, dass wenn an verschiedenen Stellen der Erde in derselben Höhe über ihrer Oberfläche der Luftdruck verschieden ist, von den Orten hohen Druckes die Strömung nach denjenigen barometrischer Depressionen Statt finden muss, so musste dieser Satz doch erst in der Meteorologie erfunden werden und wird als die grösste Errungenschaft der neueren Meteorologie bezeichnet. Es ist das Verdienst des holländischen Meteorologen Buys-Ballot, das Gesetz klar ausgesprochen und zur Geltung gebracht zu haben. Ja es musste sogar noch entdeckt werden, dass der Wind um so stärker weht, je grösser der Druckunterschied benachbarter Orte ist.

Den wesentlichsten Fortschritt der neueren Zeit verdankt die Meteorologie dem Schotten Buchan, der die Monatsmittel des Barometerstandes, auf den Meeresspiegel reducirt, in Karten eintrug und die Linien gleichen Druckes (Isobaren) construirte. Hier zeigte es sich klar, dass die Druckvertheilung keine zufällige ist, sondern ganz bestimmten Gesetzen gehorcht. Die Erdoberfläche lässt sich in eine ganze Reihe von Drucksystemen zerlegen. Wir haben grosse Gebiete, über welchen der Luftdruck ein Minimum ist und nach allen Seiten hin zunimmt, wir haben aber auch Gegenden mit barometrischen Maximen. Es zeigte sich bald, dass die vorherrschenden Winde eines Ortes von einem benachbarten Maximum des Druckes zu kommen und nach einem Minimum hinzuströmen schienen. Nach einem Minimum hin strömt die Luft von allen Seiten her, während sie vom Maximum nach allen Seiten abfliesst. Durch die Trägheit und Axendrehung sowie Reibung (?) wird auf der nördlichen Halbkugel die Strömung stets nach rechts (auf der südlichen nach links) abgelenkt, und so scheint es, als ob die Luft nach dem Minimum zwar hinfliesse, aber dasselbe erst in einer grossen Spirale umkreisen wolle.

Dadurch wurde die Anschauung Dove's über die Strömungsverhältnisse in der gemässigten Zone zum Theil bestätigt. Es fliessen in der That die Ströme horizontal nebeneinander,

aber der Grund wurde hierdurch aufgefunden, der dem Entdecker der Wirbelstürme merkwürdigerweise entgangen war. Alle Ströme werden getrennt durch den nahezu windstillen Raum des barometrischen Minimums. Hier ist die Dampfmaschine, der grosse Schornstein, das grosse Dampfleitungsrohr, welches die Bewegung erzeugt, welches die benachbarten Luftmassen in Bewegung setzt, und, die zuströmende Luft in die Höhe hebend, für Fortdauer der Bewegung sorgt. Alle Strömungen werden nach rechts abgelenkt, der S verwandelt sich nach und nach in SW, der N in NE, der E in SE, der W in NW. Dauert die Bewegung längere Zeit fort, so trifft die Luft aus dem milden S mit den aus E und später auch aus N kommenden Luftmassen zusammen, und so können Erscheinungen entstehen, welche mit den von Dove behandelten Fällen nahe verwandt sind. Es hört so aber auch der von Dove so scharf hervorgehobene Unterschied zwischen den tropischen und aussertropischen Verhältnissen auf. Die Regionen der Calmen an dem Äquator sind mit ihren Windsystemen ein abgeschlossenes Ganze, das auf unser atlantisches Windsystem keinen wesentlichen Einfluss ausübt.

Alle Bewegungen der Luft können wir eintheilen in horizontale und verticale. Es giebt Orte, wo die Bewegung nur vertical ist, wo ein aufsteigender oder ein absteigender Strom existirt. Diese Orte sind für uns Regionen von Calmen, da wir noch keine Mittel haben, um verticale Bewegungen der Luft nachweisen oder messen zu können. An anderen Orten mag die Bewegung nur horizontal sein; zweifellos wird in den meisten Fällen eine verticale und horizontale Bewegung combinirt auftreten, es wird die Bewegung der einzelnen Theilchen mehr oder weniger schräg, auf- oder abwärts sein. In diesen Fällen werden wir aber nur die horizontale Componente wahrnehmen können. Die Bewegung nach einer oder der anderen Richtung hin erfordert das Vorhandensein einer nach der Richtung wirkenden Kraft. Es muss eine horizontale Druckdifferenz vorhanden sein, wenn die Luft sich horizontal bewegen soll. Ein Unterschied der Temperatur an und für sich wird keine Strömung bewirken können, wenn nicht durch denselben zunächst eine horizontale Druckdifferenz hervorgebracht wird. Aber ebensowenig kann eine horizontale Druckdifferenz eine verticale Bewegung erzeugen. Die Annahme, dass die Luft in dem Centrum einer Depression durch das Einströmen der Winde zum Aufsteigen gezwungen werde, ist durchaus zu verwerfen. Würde irgendwo durch Zufall sich eine barometrische Depression gebildet haben, so würde von allen Seiten Luft zuströmen, es würde durch das Beharrungsvermögen sofort sich ein Maximum bilden, die Luft würde wieder zurückgetrieben werden nach allen Seiten hin, und so würde ein beständiges Hin- und Herströmen der Luft nach und von einem Ort eintreten, an welchem beständig Minima und Maxima des Druckes abwechseln würden, wenn nicht durch Reibung und sonstige andere Ursachen sehr bald der Arbeitsinhalt dieser Bewegungen aufgezehrt werden dürfte. Überall, wo Luft aufsteigen soll, ist dazu ein verticaler, nach oben gerichteter Druck nöthig.

Fragen wir nun nach den Ursachen der zur Entstehung der Circulation der Luft nöthigen horizontalen und verticalen Druckdifferenzen, so ist die einfache Antwort darauf, es ist diess die Wärme der Sonne und der übrigen strahlenden Himmelskörper. Weit complicirter ist aber die Beantwortung der Frage, wie diese Wärme alle die mannigfachen Bewegungen erregt; es geht diess auf die verschiedenste Weise vor sich und dürfte wohl eine ausführliche Darstellung der so äusserst complicirten Erscheinungen noch nicht sobald möglich sein. Jedenfalls ist aber eine so einfache Darstellung des Vorganges, wie dieselbe in älteren und neueren Werken über Meteorologie gegeben wird, nur geeignet, die Begriffe zu verwirren, und von dem Wesen der Sache falsche Vorstellungen zu geben.

Von jeher ist immer klarer hervorgetreten, dass den hauptsächlichsten Einfluss auf die Windsysteme die Vertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche hat, und dass diese sowohl durch die Form der Erde, als der Veränderung ihrer Stellung zur Sonne in der jährlichen Periode, als auch durch die Vertheilung von Land und Wasser bedingt ist. Da finden wir Orte, welche Maxima der Temperatur haben, als auch Orte mit Minimen der Temperatur. In unserem Winter haben wir ja die beiden Kältepole über den beiden grossen Continenten von Nordamerika und Asien. Mitten zwischen beiden, auf dem Atlantischen Ocean, haben wir zwar kein ausgesprochenes Temperaturmaximum, da ja die Temperatur nach dem Äquator hin stetig zunimmt, aber die Wirkung des warmen Wassers zwischen den beiden grossen kalten Regionen ist genau so, als wenn hier ein Maximum bestände. Ausgesprochene Maxima der Temperatur lagern in dieser Zeit über den Continenten der südlichen Halbkugel.

Die Ursachen der Bewegungen liegen in erster Linie in den Gebieten relativer thermischer und auch hygrischer Maxima und in zweiter Linie in den Kältepolen.

Denken wir uns ein grosses Gebiet mit höherer Temperatur als ringsumher, stellen wir uns auch vor, dasselbe liege über einer grossen warmen Wasserfläche. Sobald sich die Sonne über den Horizont erhebt, beginnt die Erdoberfläche ihre Strahlen aufzusaugen und theilt diese Wärme der unmittelbar über ihr lagernden Luft mit; es bilden sich auf der Oberfläche des Meeres Dämpfe, und wird hier

zwar die Zufuhr von freier, durch das Thermometer messbarer Wärme geringer sein, desto mehr aber theilt sich latente Wärme den unteren Luftschichten mit. Wir sehen das Barometer am Boden des Luftmeeres steigen, es bildet sich das Frühmaximum der täglichen Periode des Barometerstandes. Die sowohl durch Erhöhung der Temperatur als auch durch Zufuhr von Wasserdampf stark angespannten unteren Luftschichten üben auf ihre Umgebung einen Druck aus und wollen sich mit derselben in das Gleichgewicht setzen. Der erste Effect einer stärkeren Erwärmung eines Ortes als ringsumher wird daher ein Steigen des Barometers und das Entstehen von Luftströmungen nach den kälteren Regionen hin sein. Aber nicht nur nach aussen, sondern auch nach oben bewegt sich die Luft, da die stark gespannten unteren Luftschichten die auf ihnen lastende Atmosphäre zu heben vermögen. So muss jetzt in den oberen Regionen eine Strömung nach aussen entstehen, es vermindert sich das Gewicht der Luft über dem Ort, und trotz der starken Erwärmung und trotz der starken Zufuhr hochgespannter Wasserdämpfe unten sinkt das Barometer und stellt sich mit der Umgebung zunächst in das Gleichgewicht. Die Ausdehnung der Luft unten dauert fort, die Abströmung oben demnach auch, der Druck der Umgebung wird vermehrt, der Druck über dem Gebiet der Erwärmung aber in dem Maasse vermindert, als die oben abfliessende Luft das Gewicht stärker vermindert, wie durch Erwärmung die Spannung der unteren Schichten vermehrt wird. Es entstehen so unten Strömungen von aussen nach innen, und die Circulation der Luft ist im vollen Gange.

Nachmittags gegen 4 Uhr findet die grösste Druckdifferenz Statt. Jetzt nimmt die Erwärmung ab, mithin auch die Kraft, welche die Atmosphäre hebt, der Abfluss oben wird durch den Zufluss unten immer mehr gedeckt, das Barometer fängt an zu steigen, in der Umgebung zu fallen. Durch das Beharrungsvermögen wird namentlich unten die Strömung länger fortdauern, es findet in Folge dessen eine Anhäufung von Luft im Centrum Statt, wodurch sich das Maximum der täglichen Periode in der Nacht erklärt. Dadurch muss aber eine Strömung nach aussen entstehen, die ebenfalls durch das Beharrungsvermögen der Luft zu einer Bildung des Minimums der täglichen Periode in den ersten Morgenstunden führen kann. Es würde dieser Wechsel des Druckes und der Strömungen fortgehen, durch Reibungswiderstand sich immer mehr verflachen und endlich aufhören, wenn nicht am nächsten Tag dasselbe Schauspiel sich wiederholte. Das grossartigste Beispiel dieser Vorgänge wird wohl in den Calmen über den äquatorialen Meeren und den Passaten zu suchen sein. Dauert nun ein solcher Vorgang längere Zeit fort, so wird sich nach und nach die mittlere Temperatur der Luftsäule über dem Centrum und mit dieser die Abnahme des Druckes über demselben stetig vermehren müssen, so dass der Einfluss der täglichen Periode mehr zurücktritt. Da von allen Seiten kältere Luft unten zuströmt, wird zunächst auch die wärmere Luft der Umgebung nach der Mitte des ganzen aufsteigenden Stromes getrieben und bekommt so eine schräg aufsteigende Bewegung. Das Resultat ist leicht einzusehen, es wird alle Wärme nach einer Stelle hingetrieben, wo das verticale Aufsteigen Statt findet, und muss demnach hier ein ausgeprägtes Minimum des Luftdruckes entstehen. Nun beginnen die Wasserdämpfe eine Rolle zu spielen. Beim Aufsteigen kühlt sich die Luft ab, die relative Feuchtigkeit erhöht sich, es treten Ausscheidungen von Wasser ein, die latente Wärme wird frei und verhütet eine weitere Abkühlung, so dass jetzt alle Ursachen gegeben sind, welche auch während der Nacht die Bewegung fortbestehen lassen. Es tritt jetzt der Wärmevorrath in Thätigkeit, welcher im Dampf, der im Centrum der ganzen Luftsäule beigemengt ist, aufgespeichert sich vorfindet.

Die Erwärmung der unteren Schichten, vom Boden aus, wirkt zwar jetzt noch fort, tritt aber in Wirkung zurück vor denjenigen Wärmemengen, welche im Dampf gebunden, bei der Condensation desselben frei werden. Diese Wärme kann nun sehr verschieden in Wirksamkeit treten. Da durch dieselbe die Luft auch in den höheren Regionen erwärmt wird, wird im aufsteigenden Strom die Temperatur langsamer abnehmen als in der Umgebung, und daher muss die ganze Säule leichter sein, als wenn sie aus Luft von der Umgebung bestände. In dieser demnach bei derselben Spannung leichteren Luft wird der Druck langsamer auch abnehmen und daher kann es kommen, dass trotzdem unten der Druck ein Minimum erreicht, doch in einer gewissen Höhe ein Maximum desselben Statt findet. Mithin wird unten von allen Seiten Luft einströmen, oben aber die Luft ausströmen. Durch diese Vorgänge vermehrt sich unten die Spannung unter dem verticalen Strom, während sie sich in der Höhe vermindert. Die Luft am Fusse wird sich daher expandiren und dabei die ganze Säule in die Höhe heben, wodurch oben die abfliessende Luft ersetzt wird. Der Dampf, welcher sich bei dem Aufsteigen verdichtet, hat dabei nur die nöthige Wärme zu liefern, welche die ganze Bewegung unterhält, sonst muss sie aus Mangel an treibender Kraft nach und nach verschwinden, und es bleibt nur die Bewegung der täglichen Periode übrig. Offenbar hat dieser Vorgang die grösste Ähnlichkeit mit dem in einer Feueresse. Brennen wir unter der kalten Esse ein Feuer an, so wird diess zunächst die Luft am Fuss derselben erwärmen, die Spannung derselben nimmt zu, sie dehnt sich aus, tritt zu allen Öffnungen aus, hebt aber auch die Luft in der Esse, wodurch oben etwas ausströmt;

so wird die Bewegung eingeleitet. Nach und nach wird die ganze Säule in der Esse wärmer, in Folge dessen unten der Druck kleiner ist als der der Atmosphäre, während doch oben an der Mündung, weil in der warmen Säule der Druck langsamer abnimmt, als aussen um die Esse herum, ein grösserer Druck herrscht, welchen die Atmosphäre zurückdrängt und die heissen Gase herauslässt. Unten tritt neue Luft ein, wird erwärmt, expandirt und hebt so die schon vorhandene in die Höhe, wodurch die Bewegung ohne Unterlass vor sich geht, so lange noch Wärme da ist.

Natürlich muss um einen solchen aufsteigenden Strom herum ebensowohl eine Druckvermehrung als auch ein Niedersteigen der Luft Statt finden, deren Entstehung ja auf der Hand liegt.

Über Orten, welche durch Strahlung in langen klaren Nächten viel Wärme verlieren, muss sich an der Oberfläche die Luft stark abkühlen und zusammenziehen, es wird daher der Druck rasch nach oben hin abnehmen und wird von allen Seiten oben Luft einströmen, wodurch der Druck unten über der kalten Region sich vermehren, ringsumher sich aber vermindern muss. So wird unten eine Strömung nach aussen entstehen, und ist die Circulation eingeleitet. Dieselbe muss so lange fortdauern, als durch Wärmeverlust die Ursache bestehen bleibt, wird daher in der Nacht am stärksten sein. Feuchtigkeit der Luft kann auf diese Bewegungen keinen Einfluss haben.

So müssen wir die Erde, überdeckt mit einer Anzahl von cyclonalen anticyclonalen Windsystemen, ansehen. Um relativ sehr warme oder auch mässig warme aber sehr feuchte Regionen müssen sich cyclonale Bewegungen bilden, während über relativ sehr kalten Gegenden anticyclonale Windsysteme entstehen werden. Es können, wie auf dem Atlantischen Ocean, cyclonale Windsysteme dicht aneinanderliegen, nur getrennt durch Streifen höheren Druckes, der allerdings dann den Anschein eines Centrums eines anticyclonalen Windsystems haben kann. Die cyclischen Windsysteme sind auf dem Atlantischen Ocean: das grosse nördliche mit dem Centrum bei Island, das *centrale* mit den Doldrums als Centrum und ein wahrscheinlich auf der südlichen Halbkugel befindliches. Die Trennungsschichten bilden die Pferdebreiten. Es können aber auch Nebeneinanderlagerungen von entschieden cyclonalen und anticyclonalen Windsystemen vorhanden sein, wie ja auf der nördlichen Halbkugel im Winter diess im grossartigsten Maassstab der Fall ist.

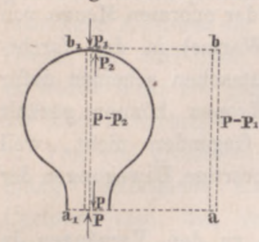
Eine zweite Bewegung, ganz unabhängig von den jetzt betrachteten, muss aber die Atmosphäre durch den Umstand ausführen, dass wahrscheinlich die Luft unter den Tropen eine höhere mittlere Temperatur hat, als die über den nördlichen und südlichen Gegenden. Dadurch muss eine grosse Circulation entstehen, indem rings um die Erde in den tropischen Gegenden die Luft aufsteigt, oben nach den Polen abfliesst und unten nach dem Äquator zurückkehrt. Jedoch wird diese Bewegung verschwindend klein sein gegenüber denen in den einzelnen Windsystemen, und wird nur hier und da sich bemerklich machen. Diese Bewegung in den Vordergrund zu stellen, dürfte wohl gleichbedeutend mit einer Erhebung einer Nebensache zur Hauptsache sein. Vielleicht verdankt die im vieljährigen Mittel schwach hervortretende Abhängigkeit des Barometerstandes in unseren Regionen von der Windrichtung dieser secundären Strömung ihre Entstehung.

Doch damit sind wir noch nicht fertig.

Es ist vielfach behauptet worden, dass Strömungen in der Atmosphäre nicht möglich wären, wenn die Temperatur an der Oberfläche überall dieselbe wäre. Dieser Satz ist nicht richtig. Ich habe noch nirgends den doch so wichtigen Umstand hervorgehoben gefunden, dass *die Luft von unten erwärmt wird*. Demnach würde auch bei gleichmässiger Temperatur der Erdoberfläche *das Gleichgewicht labil*, demnach *die Möglichkeit der Bewegung gegeben sein*. So wie Luft von unten erwärmt wird, muss die geringste Bewegung eine Störung des labilen Gleichgewichtes und ein Aufsteigen der warmen Luft an der einen, und demnach ein Niedersinken an einer anderen Stelle, ein Abströmen oben nach aussen und ein Zuströmen unten nach innen bewirken. Es müsste dann genau so über dem aufsteigenden Strom ein Minimum des Druckes unten und ein Maximum oben sich zeigen, und müsste unten ringsumher eine Zunahme des Druckes nach aussen Statt finden.

Es ist jedenfalls die so grosse Leichtigkeit, womit eine verticale Bewegung der Luft eintreten kann, von der grössten Wichtigkeit und in den meisten Fällen die Ursache der heftigeren Bewegungen, welche dann in horizontalen stürmischen Winden sich äussern und in besonderen Fällen durch Saugwirkungen, wie bei den Wettersäulen und Tornados, die verticale Bewegung bemerklich machen. Ein Glück ist es, dass in der Natur überall kräftig wirkende Mittel durch abschwächende Beimengungen ihrer zerstörenden Natur beraubt und heilbringend gemacht werden. Wie so in der Atmosphäre dem Sauerstoff eine bedeutende Quantität Stickstoff beigemengt ist, ohne welchen er tödtlich auf uns einwirken müsste, so würde die leichte Beweglichkeit der Luft nach oben in verticalen Säulen uns täglich die zerstörende Wirkung heftiger Wirbelstürme, Taifune, Tornados, Wettersäulen &c. vor die Augen führen, wenn nicht hier das abschwächende Mittel vorhanden wäre, dass beim Aufsteigen einer Luftmasse eine Expansion derselben und mit dieser eine nicht unbedeutende Abkühlung eintritt.

Die Art nun, wie eine derartige Bewegung vor sich geht, ist genau so wie bei einem Luftballon. Wenn ein geschlossener Ballon, etwa eine kleine Gummikugel, steigen soll, so ist nöthig, dass dieselbe weniger wiegt als die verdrängte Luft. Die Kraft, welche den Ballon in die Höhe hebt, ist der nach oben wirkende Druck der Luft auf seine untere Hälfte, welcher grösser ist als der Druck auf die obere Hälfte. Ist der Ballon unten offen, wie die meisten grossen Ballons, so ist das Gas in dem Innern an der Mündung mit der Atmosphäre im Gleichgewicht, aber es ist diess nicht der Fall oben. Der Druck der Luft p (auf einen Quadratcentimeter) an der Mündung des Ballons vermindert sich in $p_1$ an der oberen Fläche desselben, und ist $p - p_1$ = dem Gewichte der Luftsäule a b. Der Druck (Spannung) p des Füllgases an der Mündung vermindert sich oben in $p_2$ und ist $p - p_2$ = dem Gewichte der Säule $a_1 b_1$. Da wir p als auf 1 Quadratcentimeter wirkend angenommen haben, so haben die Säulen a b und $a_1 b_1$ auch diesen Querschnitt, und ihre Höhe ist gleich der des Ballons, ihre Volumina sind einander gleich. Das Gewicht der Säule $a_1 b_1$ ist aber kleiner als a b, mag als Füllung erwärmte Luft oder Leuchtgas oder Wasserstoff angewendet sein, mithin muss




$$p_2 > p_1$$

sein. Man sieht auch, dass der unten schlaffe Ballon oben straff angespannt ist, und die Kraft, welche den Ballon hebt, ist in Wirklichkeit die Differenz zwischen dem grösseren inneren nach oben wirkenden Druck $p_2$ mit dem kleineren äusseren Luftdruck $p_1$, zu welchem letzteren noch das Gewicht der Hülle und der sonstigen Ausrüstungsgegenstände kommt.

Natürlich wirkt hier die Hülle des Ballons eher störend als fördernd, und wird eine freie erwärmte Luftmasse noch viel leichter, bei der geringsten Temperaturdifferenz mit ihrer Umgebung, aufsteigen können.

Es giebt nun eine grosse Zahl von Möglichkeiten, durch welche eine mehr oder weniger grosse Luftmenge in die Höhe bewegt wird, und als ein selbständiger Körper in der Atmosphäre betrachtet werden kann. So lange diese Luftmasse wärmer als ihre Umgebung ist, wird sie aufsteigen können, da ihre Spannung oben grösser ist als der Druck, womit die umgebende Luft von oben auf sie drückte. Beim Ansteigen dehnt sich diese Luftmasse aus und wird dabei kälter, aber auch die Temperatur der umgebenden relativ zu ihr ruhenden Luft nimmt ab. Ob das Ansteigen nun fortgehen kann, hängt davon ab, wie rasch die Temperatur an der betreffenden Stelle der Atmosphäre abnimmt. Geschieht diess sehr schnell, so wird trotz der Abkühlung die aufsteigende Masse immer noch wärmer als ihre neue Umgebung sein, und wird weiter fortsteigen können.

Ändert sich aber die Temperatur mit der Höhe langsam, so kann entweder ein derartiges Aufsteigen gar nicht Statt finden, oder es wird, wenn die Temperaturabnahme unten rasch, später aber langsam Statt findet, die bewegte Luftmasse nur bis zu der Höhe steigen, bei der sie auf Schichten gleicher Temperatur stösst, woselbst sie einfach bleiben wird. Es muss nun angenommen werden, dass in den unteren Luftschichten die Temperatur sehr rasch abnimmt, demnach wird in diesen das Aufsteigen mehr oder weniger grösserer Luftmassen, die entweder stärker erwärmt oder sehr feucht oder auch beides zusammen sind, Statt finden können. Wie hoch dieselben sich erheben werden, wird ganz von den Umständen abhängen.

Jedenfalls sind es diese Vorgänge, die wohl nicht mit Unrecht mit Sprudeln der Geyser oder den Eruptionen der Vulkane ihrer äusseren Erscheinung nach verglichen werden können, die Ursache der so mannigfaltigen und complicirten Vorgänge in der Atmosphäre, und dürften wohl dazu beitragen, dass die Sicherheit der Prognosen der Witterung nie den Grad der Zuverlässigkeit erreichen wird, den man gern haben möchte. Es wird kaum je gelingen, die Ursachen, welche ein solches plötzliches in die Höhesprudeln einer Luftmasse bedingen, und den Verlauf desselben so rasch auch weit von der Stelle zu erkennen, um vor der Gefahr rechtzeitig warnen zu können.

Haben wir schon vermuthen können, dass ausser einer schwachen grossen Circulation der Atmosphäre vom Äquator nach den Polen und zurück noch Bewegungen in einzelnen Windsystemen mit stärkeren Ursachen, also kräftigeren Strömungen, Statt finden, so müssen wir nun auch annehmen, dass in den einzelnen Windsystemen sich partielle verticale und horizontale Strömungen bilden, die rasch entstehen, aber ebenso rasch vergehen können, und welchen wahrscheinlich die Eigenschaft der raschen Verrückung des Centrums gegeben ist.

Haben sich an Tagen mit schwach bewegter Luft, etwa in einem anticyclonalen Windsystem, die untersten Luftschichten recht stark erwärmt und gelangen an irgend einer Stelle dieselben zum Aufsteigen, so wird die heisse, einen grossen Wärmevorrath enthaltende Luft rasch nach dieser Stelle und mit grosser Geschwindigkeit in der Säule aufsteigen, während rings um die Säule ein Niedersteigen der Luft und in einer gewissen, von der Temperaturabnahme abhängigen Höhe ein seitliches Abfliessen Statt findet. Es kann diese Bewegung plötzlich entstehen, ohne dass vorher auch die geringste Druckverschiedenheit horizontal vorhanden war. In kleinem Maassstab werden wir so Land- und Wasserhosen entstehen sehen. Sind die Verhältnisse

günstiger und grossartiger, so werden wir einen stetigen Übergang wahrnehmen können von den einfachen Wettersäulen zu den Tornados Nordamerika's, den Seetornados an den Küsten von Afrika &c., den Taifunen der chinesischen und indischen Gewässer und endlich zu den grossen Wirbelstürmen des Atlantischen und des Grossen Oceans. Auch die Sommergewitter unserer Gegenden, die so rasch entstehen und verschwinden, sind dieselben Erscheinungen. In den grossen Wirbelstürmen, den Taifuns und auch schon in den Tornados ist es nicht nur die Wärme der unteren Luftschichten, welche die Triebkraft liefert, sondern hier kommt hauptsächlich die Feuchtigkeit in Betracht, und die massenhaft niederströmenden Wassermengen lassen erkennen, welche colossale Wärmemengen frei und in Arbeit umgesetzt werden.

Alle diese Erscheinungen können auch bei absolut gleicher Druckvertheilung in horizontaler Richtung plötzlich entstehen. Sowie nun die Temperaturabnahme eine rasche ist, ist auch der Druck, sozusagen der Gradient in verticaler Richtung, vorhanden. Sowie dann an einer Stelle ein Aufsteigen Statt findet, muss schon der Wärmetransport nach oben an dieser Stelle den Druck vermindern und demnach aussen vermehren. Dazu kommen nun die mechanischen Ursachen als ablenkende Kraft der Erde, kurz alle die der Trägheit entspringenden Wirkungen, welche die zuströmende Luft vom Centrum abdrängen und dadurch die Wirbelbewegung und die starke Druckverminderung im Centrum hervorbringen. Die Hauptursache ist und bleibt aber die im Dampf enthaltene Wärme und der Unterschied der Temperatur im Centrum und ringsumher. Da dieser in der Nacht grösser werden kann, da sich die ganze Atmosphäre abkühlt, während der aufsteigende Strom durch die beständige Condensation erwärmt wird, lässt sich wohl erklären, dass in der Nacht Cyclonen und Gewitter mit verstärkter Heftigkeit Statt finden können.

Es wirken hier eine solche Menge von Umständen, dass es sehr verfehlt erscheint, wenn grosse Theorien mit mathematischen Entwickelungen &c. jetzt schon aufgestellt werden, wobei als Kräfte: die sogenannte Gradientkraft als Hauptkraft und als Nebenkräfte die ablenkende Kraft der Erdrotation, die Centrifugalkraft und sogar die Reibung (?) eingeführt werden. Man vergisst hierbei, dass die Gradientkraft, welche als bekannt und g e g e b e n vorausgesetzt wird, eigentlich dasjenige ist, was aus den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen entwickelt und bestimmt werden soll, man setzt die Function als bekannt voraus, welche eigentlich gesucht wird. Eine Theorie der Cyclonen, welche von aussen beginnt, ist, wie Goethe sagt, wie ein Thier auf einer dürren Haide von einem bösen Geist herumgeführt, und mitten d a r i n ist die frische grüne Weide; das heisst der verticale Strom, sein Querschnitt und die Geschwindigkeit sind die Hauptsache. So lange die Theorien die Formeln der mechanischen Wärmetheorie nicht in erster Reihe berücksichtigen, kann man nicht sagen, dass sie das Wesen der Sache erfassen.

Jedenfalls folgt aus diesen Betrachtungen auch, dass die heissen Zonen für die Entstehung von wandernden Cyclonen nicht sehr geeignet sind, weil wohl dort die Abnahme der Temperatur langsamer geht als in den nördlichen Regionen.

Wenn aber dort einmal ein solches Phänomen sich entwickelt, so muss es auch wegen der enormen Menge von disponibler Arbeit (in Form von Wärme) in den furchtbarsten Formen auftreten. Die Thatsachen scheinen dafür zu sprechen. Die Cyclonen der Tropen können gezählt werden, die der aussertropischen Gegenden nicht, weil einfach dort u n u n t e r b r o c h e n derartige Bewegungen der Luft Statt finden.

Wenden wir uns nun speciell zu den Vorgängen in Europa, so werden dieselben wesentlich durch die Verhältnisse des Atlantischen Oceans zu seinen beiden grossen Ufern Nordamerika und Asien bedingt. Europa, der schmale Landstreifen im Verhältniss zu Asien, liegt fast stets unter d e m W a l l, welcher ein cyclonales Gebiet von einem oder mehreren anticyclonalen trennt.

Im Winter liegt das Centrum eines cyclonalen Windsystems bei Island und wird wohl bedingt durch die relativ sehr hohe Temperatur des Golfstromes und die warme feuchte Luft, welche sich über demselben bilden muss. Der Ausdruck dieses Umstandes ist der ausserordentlich niedere Barometerstand bei Island, in dessen Nähe ja im Januar ein mittlerer Luftdruck von weniger als 746 mm herrscht. Hier ist die grosse relativ warme Säule, in der unten der Druck kleiner, oben dagegen grösser als umher ist. Daher müssen auf der Ostseite des Atlantischen Oceans SW-winde, auf Grönland NE, dagegen in der Nähe der Küsten von Labrador NW herrschen, und werden diese Winde im Durchschnitt nicht schwach sein können. Ringsumher befindet sich ein Wall hohen Druckes, der sogar an manchen Stellen zu anticyclonalen Windsystemen sich gestaltet. Eine solche Region eines Druckmaximums findet sich über Nordamerika und zieht sich dort nahe und parallel der Westküste von NNW nach SSE. Der Streifen hohen Druckes geht herunter bis an den Golf von Mexico, geht dann rein nach E über den Atlantischen Ocean nach dem nördlichen Afrika und dann nach NE über fast ganz Asien weg. Über dem Atlantischen Ocean bildet sich in der Nähe der Küste Afrika's ein langgestrecktes barometrisches Maximum, und über Asien haben wir den ausserordentlich starken Druck von mehr als 774 mm am Baikalsee, wo sogar 780 mm der mittlere Barometerstand des Januar

sein soll. Auch nach dem hohen Norden hin scheint der Wall sich fortzusetzen. Ein kleineres cyclonales System scheint sich über dem Mittelmeer an der französischen Küste zu bilden. Durch diese Verhältnisse ist die allgemeine Bewegung der Luft in der gemässigten und kalten Zone der nördlichen Halbkugel bedingt. Ob die Bewegung, welche ihren Antrieb durch die höhere mittlere Temperatur der warmen Zone, die Senkung der Niveauflächen erhält, ausserdem einigermaassen merklich hervortritt, das mag dahingestellt bleiben, jedenfalls ist sie sehr klein gegenüber dem mächtigen Einflusse der Dampfheizung über dem Atlantischen Ocean, und darf nicht in den Vordergrund gestellt werden, es würde sonst ein ganz falsches Bild von der Circulation der Luft entstehen.

Von viel grösserem Einfluss, und oft die normale Strömung verdeckend, muss aber das Spiel der kleineren Cyclonen sein, die, von Ort zu Ort sich bewegend, den Witterungswechsel an den Orten bedingen, über welche sie hinschreiten und unserem Winter den Charakter grosser Witterungswechsel aufdrücken. Die Bedingungen ihrer Bildung sind ja so günstig in einer Gegend, wo die Luftsäule im Mittel kühl sein muss. Die warme feuchte Luft, welche über dem Ocean sich bildet, wird die Fähigkeit haben, hier rasch und hoch aufzusteigen. Da kann sich plötzlich irgendwo eine grössere Menge der über dem Meere lagernden Luft nach oben in Bewegung setzen, von allen Seiten strömt Luft zu, ringsherum sinkt sie nieder. Oben strömt sie nach allen Seiten ab. Massenhaft werden die Dämpfe condensirt, es bedeckt eine dicke Wolkenschicht den aufsteigenden Strom, und in Regen oder Schnee fällt das condensirte Wasser nieder. Ist der Querschnitt dieses verticalen Stromes gross, so wird in stürmischen Winden die Luft unten zufliessen, und wir haben so eine Erscheinung, welche ja gar so oft von dem Ocean her auch das Festland Europa's überfluthet, meist nur an den Küsten, dann und wann sogar auch durch die Mitte unseres Continentes hingehend. Die grösseren dieser Erscheinungen und wohl auch die für die Schifffahrt gefährlichsten, werden in den synoptischen Karten sich zeigen, und wird ihr Weg von unseren meteorologischen Instituten sorgsam überwacht. Jedenfalls werden in gewissen Gegenden die Bedingungen für das Fortschreiten und die Bildung der Cyclonen günstiger als an anderen sein, und werden hauptsächlich in diesen Bahnen sich diese Phänomene am meisten bewegen. Was die statistische Behandlung des Auftretens der Cyclonen, wie sie von der Seewarte eingeleitet ist, für Resultate geben wird, wer wollte diess im Voraus sagen?

Aber auch kleinere und unter Umständen heftige Cyclonen, die durch das weitmaschige Netz, welches unsere Beobachtungsstationen bilden, unbemerkt hindurchgehen, werden sich bilden können. Wenn man die Vorgänge bei den Stürmen in das Auge fasst, auf den synoptischen Karten sieht, dass heftige Stürme und wieder leichte Winde auch weit von dem scheinbaren Centrum so nahe aneinanderliegen, wenn man die wechselnde Stärke des Windes betrachtet und auch bedenkt, dass gerade je stärker der Wind ist, um so mehr sich seine Richtung ändert, so wird man auf den Gedanken geführt, dass man es hier nicht mit einem grossen Wirbel, sondern mit einer Anzahl kleinerer, nebeneinander herschreitender und sich gegenseitig beeinflussender Erscheinungen zu thun hat.

Bei stürmischem Wetter bläst ja der Wind nicht gleichmässig, sondern bald erlahmt seine Kraft, bald hört man von fern das Herannahen neuer Luftmassen, sie kommen brausend immer näher und schlagen dann heulend an die Fenster. Der Regen, welcher längere Zeit nachgelassen hatte, wird heftiger. Befindet man sich an einem solchen Tage im Freien, so sieht man, wie plötzlich von der Richtung des Windes her sich dichte Wolken und Nebelmassen mit ziemlicher Geschwindigkeit heranbewegen. Bald erhebt sich der Wind kräftiger und man ist in dichten Regen eingehüllt, der in dem Maasse, als sich die Wolken entfernen, auch wieder aufhört. Soll man da annehmen, dass aus irgend welcher Ursache sich hier Luftmassen horizontal in Bewegung setzen? Gewiss nicht. Alle diese Wechsel sind durch kleine Cyclonen, mehr oder weniger grosse Wettersäulen bedingt, die in einer grossen Cyclone selbständig auftreten und sich bewegen. Und die Thatsachen sprechen dafür. Oft beobachtet man mehrere Wasserhosen nebeneinander, Tornados treten in grossen Wirbelstürmen auf, und unsere Sommergewitter zeigen ja, dass oft an einem Tage eine grosse Zahl einzelner Gewitter in nicht grossen Entfernungen vorkommen. Wenn wir weiter das Phänomen der Theilung von barometrischen Minimen in Betracht ziehen, so können wir vermuthen, dass das, was wir *eine* Cyclone nennen, in vielen Fällen aus einer grossen Zahl einzelner verticaler Ströme besteht; dass auf dem betreffenden Felde bald hier bald da Luftmassen aufsteigen und so ein ziemlich wechselvolles Phänomen zeigen. Dass dann der Gesammtdruck sinkt und möglicherweise im späteren Verlauf sich die einzelnen Erhebungsherde vereinigen, soll nicht in Abrede gestellt werden. Möglicherweise finden sich die kleineren Cyclonen in den Gegenden der zuströmenden Luft.

Wenn wir nun sehr oft im Winter sehr hohen Druck über Europa entstehen sehen, so rührt dieses wohl daher, dass sich das Centrum des cyclonalen Systems mehr nach West verschiebt und der Wall hohen Druckes sich daher mehr unseren Gegenden nähert. Es kann aber auch ein Barometerstand über dem Mittel durch Annäherung ausgeprägter beweglicher Cyclonen entstehen, von denen ja jede

in der Mitte eine starke Druckverminderung und nach aussen hauptsächlich durch mechanische Ursachen hohen Druck haben muss.

Im Sommer befindet sich ein anticyclonales System über dem Atlantischen Ocean, ungefähr in der Breite Spaniens, zwischen zwei cyclonalen Systemen über Nordamerika mit dem Centrum zwischen den Flüssen Missouri, Colorado und Rio del Norte und über Asien. Alle drei Centren liegen in derselben Breite von 40°. Wahrscheinlich ist auch das cyclonale System über Island nicht ganz verschwunden, wenn auch wesentlich abgeschwächt. Auch hier befindet sich das mittlere Europa in dem Wall zwischen den anticyclonalen Systemen und den beiden cyclonalen Asiens und des nördlichen Atlantischen Oceans. Die Luftströmung ist jetzt mehr eine westliche.

Betrachten wir die Karte der Isobaren des Jahres, die ich nach Buchan in meinem Handbuch der barometrischen Höhenmessungen entworfen und die ich ausser im Original in keinem anderen Werk wiedergefunden habe, als für Frühjahr und Herbst gültig, so haben wir in dieser Zeit über dem Atlantischen Ocean, etwas nördlich vom Wendekreis, die beständige Anticyclone und zwischen Island und Spitzbergen das Centrum eines cyclonalen Systems. Demnach wird in Europa, welches auch hier in der Mitte zwischen beiden liegt, die SW-Richtung der Hauptströmung bedingt sein.

Im Grunde sind demnach die Verhältnisse im centralen Europa sehr einfach. Wir liegen fast stets in der Scheide zwischen cyclonalen und anticyclonalen Gebieten, jedoch stets den letzteren näher. Im Winter liegt das Centrum des Aspirationsgebietes nach NW, daher die Hauptwinde S bis SW sein müssen. Im Frühjahr und Herbst flacht sich das Minimum ab und geht mehr nach N, so dass die Winde sich etwas mehr nach SW bewegen, es werden aber gerade in diesen Jahreszeiten die beweglichen Cyclonen vorwiegenden Einfluss haben und die Hauptströmung wird schwach sein. Im Sommer liegt das Hauptcentrum des aufsteigenden Stromes in E, daher jetzt die Winde mehr W-Richtung haben. Die Störungen werden bewirkt in der Hauptsache durch die beweglichen Cyclonen, im Winter wohl auch durch geringe Verschiebung des ganzen Systemes, wodurch wir mehr in die Gegenden hohen Druckes gelangen.

Man muss jetzt diese Resultate, mag nun deren Erklärung richtig oder falsch sein, als aus den Karten der Isobaren und den synoptischen Karten, wie sie ja schon für jeden Tag vieler Jahre construirt vorliegen, sich mit Bestimmtheit ergebend ansehen und von denselben als wissenschaftlichen Wahrheiten ausgehen. Dadurch haben die Windrosen ganz ihren Charakter geändert. Es wurden dieselben bis jetzt als Stütze der theoretischen Anschauungen betrachtet, und sollten namentlich die Existenz der beiden Hauptströmungen des polaren und äquatorialen Stromes nachweisen. Man stützte sich dabei hauptsächlich auf die barischen und thermischen Windrosen, die allerdings einen sehr sprechenden Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht zu geben schienen. Wie ich aber schon früher erwähnte, sind die von der Windrichtung abhängigen Barometermittel so wenig verschieden, dass sie als Beweismaterial kaum betrachtet werden können, und damit fällt wohl die wesentlichste Stütze der Dove'schen Theorie. Dass das Winddrehungsgesetz sich in den meisten Fällen bewährt, lässt sich ja durch den Umstand erklären, dass die Bahnen der Cyclonen vorwiegend im Norden Europa's liegen, und in dem südlichen Theil einer Cyclone die Drehung ja eine rechtläufige sein muss. Nichtsdestoweniger werden aber die Windrosen für klimatologische Untersuchungen grosse Wichtigkeit behalten, und werden vielleicht über örtliche Einflüsse und kleinere Cyclonen, deren Bewegung, Entstehung &c. Auskunft zu geben vermögen. Dr. Köppen war wohl der erste, welcher bei Berechnung von Windrosen auf die Ergebnisse der Forschungen Rücksicht nahm. Köppen unterschied drei Fälle, er suchte aus den für den Morgen eines jeden Tages construirten synoptischen Karten die Tage heraus, an welchen die durch St. Petersburg gehende Isobare eine Krümmung besass, deren Mittelpunkt entweder im Gebiet einer Cyclone oder einer Anticyclone lag, oder als eine Gerade betrachtet werden konnte. Es wurden dann die so erhaltenen drei Gruppen für sich auf die gewöhnliche Weise bearbeitet. Der leitende Gedanke war, dass ein und dieselbe Windrichtung bei diesen drei verschiedenen Witterungsverhältnissen wesentlich verschiedenen Charakter haben müsse. Ein SE muss bei einer Cyclone, welche die Winde entgegengesetzt der Richtung des Uhrzeigers umkreisen, aus einem S-Wind entstanden sein, während bei einer Anticyclone dieselbe Windrichtung aus Strömungen sich bildet, die Anfangs mehr östlich waren. Demnach müssen diese Winde anderen Charakter haben, der SE einer Cyclone wird warm und feucht sein können, während bei einer Anticyclone dieselbe Strömung kühl und trocken sein kann. Wir werden auf die Resultate Köppen's weiter unten wieder zurückkommen, es sind dieselben auf nur 2jährige Beobachtungen basirt, es gab damals (1874) eben noch zu wenig Material zu derartigen Untersuchungen.

Als ich meine Arbeit unternahm glaubte ich, wenn auch nicht genau so, so doch nahezu denselben Zweck erreichen zu können, wenn ich das gesammte Material nach Barometerständen ordnete. Es wird in Leipzig der Krümmungsmittelpunkt der Isobare in den meisten Fällen im Centrum einer beweglichen Cyclone liegen, wenn der Barometerstand wesentlich unter dem Mittel liegt. Eine

geringe Abweichung vom Mittel lässt vermuthen, dass eine bewegliche Cyclone in der Nähe nicht vorhanden ist, dass also die Richtung der Winde hauptsächlich dem ganzen System angehört. Bei sehr hohem Luftdruck wird entweder eine bewegliche Anticyclone, falls es solche geben sollte, Einfluss haben, oder es hat sich das ganze Windsystem so verschoben, dass Leipzig mehr in den hohen Druck um das nordatlantische cyclonale Windsystem gekommen ist, in die Gegend, wo sogar sich relative Druckmaxima bilden können.

Dabei schien es mir auch wichtig, die Winde nach ihrer Stärke zu sondern.

So wurde zu jedem Wind in dem Beobachtungsjournal durch h. m. t. bemerkt, ob der Druck, bei welchem dieser Wind wehte, hoch, mittel oder tief war. Da der mittlere Barometerstand in Leipzig nur wenig grösser als 750 mm ist, so wurde festgestellt, dass als

| | | |
|---|---|---|
| tief | Barometerstände | von weniger als 745 mm |
| mittel | „ | von 745 bis 755 mm |
| hoch | „ | von mehr als 755 mm |

gelten sollten. Betreffs der Windstärke gelten als

| | |
|---|---|
| schwach: | Winde von der Stärke 0—1,5 |
| stark: | „ „ „ „ 2—4. |

Die Zusammenstellung der Anzahl der einzelnen Windrichtungen in diesen 6 Gruppen wird auch **barische Windrosen** liefern; es wird dieselbe zwar nicht den zu einer Windrichtung gehörigen Druck geben, wohl aber die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Winde unter verschiedenen Druckverhältnissen.

Da die Beobachtungen während der 15 Jahre 1861—75 drei Mal täglich benutzt wurden, beläuft sich die Summe der sämmtlichen zu den Berechnungen verwendeten Beobachtungen auf 16 265 und kommen davon auf

| | | | |
|---|---|---|---|
| Winter: | 3956 | Sommer: | 4104 |
| Frühjahr: | 4109 | Herbst: | 4096. |

Die Vertheilung der ganzen Beobachtungen in den 6 Gruppen giebt die folgende Tabelle:

*Häufigkeit der Winde in 15 Jahren bei*

| | hohem Barometerst. Wind | | | mittlerem Barometerst. Wind | | | tiefem Barometerst. Wind | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | schwach | stark | zus. | schwach | stark | zus. | schwach | stark | zus. |
| Winter | 1074 | 486 | 1560 | 928 | 784 | 1712 | 246 | 438 | 684 |
| Frühjahr | 732 | 282 | 1014 | 1479 | 835 | 2314 | 440 | 341 | 781 |
| Sommer | 728 | 183 | 911 | 1977 | 935 | 2912 | 130 | 151 | 281 |
| Herbst | 918 | 311 | 1229 | 1339 | 817 | 2156 | 335 | 376 | 711 |

*Mittlere Häufigkeit für 1 Strich der 16theiligen Windrose in 15 Jahren.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | 67,1 | 30,4 | 58,0 | 49,0 | 15,4 | 27,4 |
| Frühjahr | 45,8 | 17,6 | 92,4 | 52,2 | 27,5 | 21,3 |
| Sommer | 45,5 | 11,4 | 123,6 | 58,4 | 8,1 | 9,4 |
| Herbst | 57,4 | 19,4 | 83,7 | 51,0 | 21,0 | 23,5 |

Als mittlere Häufigkeit ist einfach der Quotient aus der Anzahl der beobachteten Fälle durch 16 zu verstehen. Daraus geht hervor, dass die Fälle mit mittlerem Barometerstand wesentlich häufiger sind, als die mit sehr hohem oder sehr geringem Druck, namentlich im Sommer. Am seltensten sind schwache Winde bei tiefem Barometerstand im Sommer, überhaupt kommt niederer Druck im Sommer sehr selten vor. Aber auch hoher Barometerstand findet sich im Sommer am seltensten. Wie zu erwarten, sind schwache Winde bei hohem Druck häufiger als starke, ebenso, wenn auch nicht so überwiegend, bei mittlerem Barometerstand, während tiefer Barometerstand vorwiegend mit Ausnahme des Frühjahres von starken Winden begleitet ist.

Im Winter und Herbst kommt hoher Druck ausserordentlich häufig vor, im Winter sogar nicht viel seltener als der mittlere. Es wird diess wohl damit zusammenhängen, dass dann sehr häufig Leipzig in den Wall hohen Druckes gelangt. Im Frühjahr ist das Maximum der tiefen Barometerstände, also wohl die Zeit der häufigsten Depressionen über dem Festlande, die jedoch nicht gar zu nahe an Leipzig herankommen werden, da ja die Winde mehr schwach als stark sind, oder wenigstens nicht stark ausgebildet sein werden. Im Sommer werden sehr wenig **grosse** Depressionen das Festland Europa's durchziehen.

*Windrosen der Jahreszeiten, unterschieden nach Barometerstand und Windstärke.*

| | | N 16 | 1 | 2 | 3 | E 4 | 5 | 6 | 7 | S 8 | 9 | 10 | 11 | W 12 | 13 | 14 | 15 | N 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | 1 | 34 | 16 | 57 | 39 | 88 | 30 | 62 | 73 | 163 | 121 | 183 | 65 | 42 | 29 | 41 | 31 | 34 |
| | 2 | 8 | 10 | 41 | 35 | 57 | 6 | 9 | 8 | 28 | 40 | 112 | 34 | 40 | 9 | 38 | 11 | 8 |
| | 3 | 26 | 18 | 66 | 29 | 49 | 26 | 62 | 70 | 211 | 88 | 123 | 47 | 30 | 24 | 41 | 18 | 26 |
| | 4 | 14 | 14 | 33 | 37 | 46 | 12 | 10 | 17 | 97 | 99 | 209 | 59 | 46 | 23 | 53 | 15 | 14 |
| | 5 | 8 | 5 | 13 | 7 | 8 | 6 | 20 | 25 | 51 | 29 | 26 | 12 | 8 | 6 | 12 | 10 | 8 |
| | 6 | 4 | 5 | 16 | 11 | 9 | 4 | 8 | 14 | 65 | 58 | 141 | 47 | 27 | 14 | 9 | 6 | 4 |
| | | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Frühjahr | 1 | 62 | 31 | 69 | 38 | 62 | 44 | 60 | 39 | 51 | 32 | 63 | 29 | 30 | 26 | 52 | 44 | 62 |
| | 2 | 24 | 10 | 33 | 13 | 48 | 11 | 12 | 4 | 9 | 4 | 13 | 10 | 7 | 9 | 44 | 31 | 24 |
| | 3 | 77 | 34 | 111 | 54 | 81 | 64 | 102 | 77 | 203 | 121 | 169 | 70 | 83 | 54 | 120 | 59 | 77 |
| | 4 | 36 | 14 | 36 | 46 | 62 | 25 | 20 | 12 | 43 | 40 | 126 | 60 | 78 | 53 | 148 | 36 | 36 |
| | 5 | 19 | 10 | 27 | 17 | 22 | 21 | 31 | 20 | 82 | 32 | 72 | 16 | 21 | 8 | 29 | 13 | 19 |
| | 6 | 8 | 1 | 18 | 12 | 27 | 6 | 7 | 7 | 32 | 37 | 66 | 28 | 25 | 19 | 42 | 6 | 8 |

| | | N<br>16 | 1 | 2 | 3 | E<br>4 | 5 | 6 | 7 | S<br>8 | 9 | 10 | 11 | W<br>12 | 13 | 14 | 15 | N<br>16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sommer | 1 | 78 | 24 | 46 | 28 | 38 | 23 | 48 | 39 | 43 | 46 | 63 | 33 | 37 | 45 | 84 | 53 | 78 |
| | 2 | 9 | 3 | 6 | 8 | 6 | 7 | 0 | 1 | 3 | 2 | 14 | 7 | 13 | 18 | 63 | 23 | 9 |
| | 3 | 94 | 39 | 100 | 45 | 80 | 74 | 140 | 105 | 252 | 176 | 316 | 102 | 111 | 95 | 158 | 90 | 94 |
| | 4 | 19 | 7 | 33 | 17 | 24 | 22 | 26 | 10 | 33 | 57 | 195 | 106 | 143 | 76 | 134 | 33 | 19 |
| | 5 | 8 | 1 | 6 | 0 | 9 | 3 | 9 | 8 | 19 | 7 | 21 | 9 | 10 | 7 | 9 | 4 | 8 |
| | 6 | 1 | 0 | 3 | 3 | 4 | 1 | 5 | 3 | 13 | 22 | 56 | 16 | 11 | 7 | 5 | 1 | 1 |
| | | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Herbst | 1 | 46 | 34 | 86 | 63 | 88 | 47 | 74 | 64 | 86 | 65 | 63 | 45 | 22 | 25 | 69 | 41 | 46 |
| | 2 | 8 | 5 | 28 | 27 | 44 | 10 | 6 | 3 | 8 | 23 | 42 | 24 | 20 | 14 | 30 | 19 | 8 |
| | 3 | 49 | 36 | 61 | 46 | 72 | 48 | 90 | 121 | 275 | 144 | 167 | 55 | 62 | 28 | 51 | 34 | 49 |
| | 4 | 6 | 4 | 23 | 17 | 42 | 12 | 15 | 17 | 93 | 94 | 228 | 91 | 89 | 37 | 37 | 12 | 6 |
| | 5 | 7 | 9 | 12 | 9 | 14 | 21 | 25 | 26 | 67 | 43 | 52 | 10 | 10 | 8 | 15 | 7 | 7 |
| | 6 | 0 | 2 | 9 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 57 | 75 | 118 | 28 | 35 | 8 | 9 | 2 | 0 |

Es stellen diese Zahlen die Anzahl der beobachteten Fälle drei Mal täglich in den 15 Jahren 1861—75 dar.

In der vorhergehenden Tabelle haben wir die Anzahl der bei den einzelnen Gruppen und Windrichtungen beobachteten Fälle gegeben. Die Windrichtungen sind durch horizontale Zahlen 0 bis 16 bezeichnet derart, dass 4=E, 8=S, 12=W, 0 oder 16=N ist.

Die verticalen Zahlen 1—6 bedeuten:

1 schwacher Wind bei hohem Barometerstand.
2 starker „ „ „ „
3 schwacher „ „ mittlerem „
4 starker „ „ „ „
5 schwacher „ „ tiefem „
6 starker „ „ „ „

In Tafel 1 ist diese Tabelle graphisch dargestellt worden. Es wurde die Häufigkeit jeder Windrichtung nach der Richtung abgetragen, von welcher der Wind kommt. Der Kreis bedeckt die mittlere Häufigkeit eines Striches. Diejenigen Richtungen, aus welchen der Wind häufiger weht, als der mittleren Häufigkeit entspricht, wurden mit einem feinen leichten Farbton angelegt, und glaube ich, so ein übersichtliches Bild der Windverhältnisse gegeben zu haben.

Durch die Pfeile wurden weiter die Richtungen der grössten und kleinsten Häufigkeit angegeben. Welches von beiden ein Pfeil bezeichnet, ist leicht ersichtlich. Sowie er einen Wind bezeichnet, der aus farbigem Gebiet kommt, wird er die häufigste Windrichtung angeben. Die Zahlen an den inneren Kreisen geben die mittlere Häufigkeit eines Striches. Dagegen bedeuten die Zahlen an den äusseren Kreisen die grösste und kleinste Anzahl der beobachteten Fälle. Die Zahl steht stets dort, von woher der Wind kommt.

Die sonstige Einzeichnung der Pfeile wurde auf Grund der Theorie ausgeführt.

Ist der Barometerstand hoch, so wird der Wind entweder in dem Beobachtungsort oder dessen Nähe entstehen und nach aussen fliessen. Bei mittlerem Druck kommt der Wind von Regionen hohen Druckes, und fliesst nach ebensoweit entfernten Gegenden niederen Druckes. Dagegen strömt bei tiefem Barometerstand der Wind von weit her nach dem Beobachtungsort, um daselbst oder in nächster Nähe aufzusteigen.

*Vierpunktige Windrosen der Jahreszeiten, unterschieden nach Barometerstand und Windstärke.*

| Jahreszeiten. | Barometerstand. | Windstärke. | Einfluss von Barometerstand, Richtung und Stärke des Windes. | | | | Einfluss von Barometerstand und Windrichtung. | | | | Einfluss von Richtung und Stärke des Windes. | | | | Einfluss der Windrichtung allein. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| Winter | h. | schw. | 173 | 290 | 472 | 139 | | | | | | | | | | | | |
| | | stark | 118 | 66 | 220 | 82 | 291 | 356 | 692 | 221 | | | | | | | | |
| | m. | schw. | 150 | 288 | 379 | 111 | | | | | 356 | 658 | 948 | 286 | | | | |
| | | stark | 114 | 110 | 439 | 121 | 264 | 398 | 818 | 232 | | | | | 626 | 897 | 1899 | 534 |
| | t. | schw. | 33 | 80 | 97 | 36 | | | | | 270 | 239 | 951 | 248 | | | | |
| | | stark | 38 | 63 | 292 | 45 | 71 | 143 | 389 | 81 | | | | | | | | |
| Frühjahr | h. | schw. | 200 | 199 | 165 | 168 | | | | | | | | | | | | |
| | | stark | 92 | 55 | 35 | 100 | 292 | 254 | 200 | 268 | | | | | | | | |
| | m. | schw. | 278 | 385 | 503 | 313 | | | | | 553 | 708 | 839 | 551 | | | | |
| | | stark | 145 | 109 | 287 | 294 | 423 | 494 | 790 | 607 | | | | | 838 | 922 | 1320 | 1029 |
| | t. | schw. | 75 | 124 | 171 | 70 | | | | | 285 | 214 | 481 | 478 | | | | |
| | | stark | 48 | 50 | 159 | 84 | 123 | 174 | 330 | 154 | | | | | | | | |
| Sommer | h. | schw. | 156 | 150 | 182 | 240 | | | | | | | | | | | | |
| | | stark | 25 | 12 | 31 | 115 | 181 | 162 | 213 | 355 | | | | | | | | |
| | m. | schw. | 271 | 485 | 775 | 446 | | | | | 442 | 669 | 1009 | 715 | | | | |
| | | stark | 79 | 86 | 446 | 324 | 350 | 571 | 1221 | 770 | | | | | 555 | 784 | 1592 | 1173 |
| | t. | schw. | 15 | 34 | 52 | 29 | | | | | 113 | 115 | 583 | 458 | | | | |
| | | stark | 9 | 17 | 106 | 19 | 24 | 51 | 158 | 48 | | | | | | | | |
| Herbst | h. | schw. | 250 | 272 | 227 | 169 | | | | | | | | | | | | |
| | | stark | 86 | 45 | 103 | 77 | 336 | 317 | 330 | 246 | | | | | | | | |
| | m. | schw. | 204 | 432 | 535 | 168 | | | | | 495 | 816 | 906 | 375 | | | | |
| | | stark | 68 | 111 | 504 | 134 | 272 | 543 | 1039 | 302 | | | | | 667 | 1026 | 1780 | 623 |
| | t. | schw. | 41 | 112 | 144 | 38 | | | | | 172 | 210 | 874 | 248 | | | | |
| | | stark | 18 | 54 | 267 | 37 | 59 | 166 | 411 | 75 | | | | | | | | |

Eine gute Übersicht der ganzen Verhältnisse gewährt auch die vorhergehende Zusammenziehung der 16punktigen in 4punktige Windrosen. Es sei hierzu nur bemerkt, dass als Winde im NE-Quadranten die Summe ($\frac{1}{2}$ N + NNE + NE + ENE + $\frac{1}{2}$ E) aufgeführt ist, und ganz ähnlich auch die anderen Quadranten behandelt wurden. Wir finden die Zahlen noch weiter zusammengezogen, so dass in der einen Reihe der Einfluss des Barometerstandes, in der anderen Reihe dagegen nur der der Windstärke hervortritt, während zuletzt beide Einflüsse eliminirt sind.

Aus den Tabellen und deren graphischer Darstellung scheinen sich nun folgende Resultate zu ergeben. Zunächst tritt in allen Jahreszeiten das Vorherrschen des SW stark hervor, wenn auch nicht in dem Maasse, dass die anderen dagegen verschwinden. Die grösste Anzahl der SW kommt auf den Winter und zwar bei allen Barometerständen, wie auch schwache und starke Strömungen gleich oft vorkommen. Es steht diess ganz mit der Theorie im Einklang.

Im Winter kommen dann SE sehr häufig vor als vorwiegend schwache Winde. Der Barometerstand zeigt keinen Einfluss auf das Auftreten derselben. Auch diess kann uns nicht Wunder nehmen, da ja, wenn die Luft nicht abgelenkt würde durch Erdrotation, Reibung und überhaupt durch Trägheitsursachen &c., die Bewegung der Luft rein SE sein müsste. Da diese Winde drei Mal so oft schwach als stark sind, so wird die grösste Zahl derselben wohl dann eintreten, wenn die Aspiration auf dem Atlantischen Ocean sehr gering ist. Diese Winde werden dann nicht weit herkommen, sondern wahrscheinlich über dem Continent entstehen. Dafür spricht auch der Umstand, dass bei hohem Barometerstand die schwachen SE nahezu 4,5 Mal so häufig sind als die starken, während bei tiefem Druck schwache und starke nahezu gleich oft vorkommen.

NE und NW, also überhaupt Winde mit einer nördlichen Componente, kommen auch ziemlich oft vor, und zwar ist das Verhältniss der Winde mit Süd- und Nordcomponenten ungefähr wie 7:3 (2796:1160). Die Stärken sind nahezu gleich, oft gross und klein.

Bei hohem und mittlerem Barometerstand überwiegen die NE, bei tiefem die NW, wenn auch der Unterschied sehr gering ist. Am grössten ist die Differenz bei hohem Barometerstand.

Aus der graphischen Darstellung der Tafel 1 ist zu ersehen, dass starke E bis NE mit einer grösseren Häufigkeit, als einem Strich der Windrose durchschnittlich zukommt, bei hohem Barometerstand vorkommen. In weit geringerem Maasse findet diess bei mittlerem Barometerstand bei E-Winden Statt. Auch bei schwachen Strömungen zeigt sich ein häufigeres Vorkommen von fast reinen E bei hohem und NE bei mittlerem Barometerstand. Ausserdem kommen bei starken Strömungen, sowohl bei hohem als mittlerem Barometerstand, viel NW-Winde vor. Das Vorherrschen der NE-Winde hat wohl seinen Grund darin, dass sehr häufig im Winter im N bis NE von uns ausserordentlich niedere Temperaturen herrschen und deshalb dort sich Maxima des Druckes bilden. Dann wird die Strömung auch von da kommen. In den meisten Fällen wird das Auftreten von N-Winden mit wandernden Cyclonen zusammenhängen, wahrscheinlich NW-Winde vielfach mit den Depressionen, die sich im Winter sehr häufig im Süden von Europa hinziehen. Es wird ja dann bei uns der Druck mehr mittel und hoch als tief sein. Da bei tiefem Barometerstand, der wahrscheinlich nur dann im Herzen von Deutschland entstehen kann, wenn eine bewegliche Cyclone vorhanden ist, die nördlichen Winde entschieden gegen die südlichen zurücktreten, so wird das Centrum einer solchen Cyclone in den bei Weitem meisten Fällen nördlich von Leipzig hingehen, ja man kann sogar daraus, dass wiederum SW nahezu 3 Mal so oft vorkommen als SE, bei starken Winden sogar nahezu 5 Mal so oft, schliessen, dass die Richtung nach dem Centrum der Cyclone eine mehr nordwestliche sein wird. Die absoluten Extreme der Windhäufigkeit fallen bei verschiedenen Barometerständen auch ziemlich verschieden aus; es scheint aber, als wenn noch mehr Einfluss die Windstärke hätte.

Bei hohem Barometerstand sind reine SW die häufigsten, dagegen am seltensten schwache NNE, aber starke ESE. Bei den beiden anderen Druckverhältnissen treten die schwachen Winde als reine S, die starken als SW am häufigsten auf.

Bei mittlerem Barometerstand kommen am seltensten vor schwache N, aber starke SE.

Tiefer Barometerstand und Winde aller Stärken aus NNE kommen am seltensten zusammen vor. Ob sich noch weitere Schlussfolgerungen in Bezug auf die theoretischen Fragen aus den obigen Zusammenstellungen ziehen lassen, muss ich dahingestellt sein lassen. Doch glaube ich mit Bestimmtheit erwarten zu können, dass, wenn erst für möglichst viele passend gewählte Orte ähnliche Zusammenstellungen existiren werden, man manche werthvolle Fingerzeige theoretischer Natur wird erhalten können. Es müssen da örtliche Verhältnisse, das Spiel der kleinen Cyclonen, hervortreten. Meiner Meinung nach wird die Aufstellung derartiger Windrosen für klimatische Untersuchungen von dem höchsten Werth sein, und wird man erst nach Erledigung dieser Arbeiten überhaupt mit einiger Aussicht auf Erfolg daran denken können, die Wetterprognosen im Interesse der Landwirthschaft zu geben.

Im Frühjahr treten die SW gegenüber dem Winter stark zurück, die Differenz beträgt in den 15 Jahren mehr

als 500 beobachtete Fälle, dagegen zeigt sich eine sehr schwache Vermehrung von SE. Wesentlich häufiger kommen NE, aber noch ein Mal so häufig als im Winter die NW vor. Auffallend sind die Stärkeverhältnisse; während im Winter starke SW ebenso häufig als schwache waren, sind im Frühjahr die schwachen nahezu doppelt so häufig. Die Stärkeverhältnisse des anderen Quadranten sind nahe geblieben. Die Verminderung des SW hat nur bei hohem Barometerstand Statt gefunden, degegen findet die Zunahme der N vorwiegend bei mittlerem Barometerstand Statt. Wie SW sind auch SE bei hohem Druck seltener, dagegen bei mittlerem etwas gewachsen. Überhaupt lehrt die Tabelle, dass ziemlich tief gehende Veränderungen in den Strömungsverhältnissen beim Übergang aus dem Winter zum Frühjahr Statt finden müssen.

Ein Blick auf die Tafel 1 zeigt diess zur Genüge. Kurz lässt sich diese Veränderung dahin aussprechen: Die Strömung ist schwächer und mehr nach E gerichtet. Man wird sich über den Grund dieser Erscheinung nicht irren, es beruht dieselbe auf der raschen Erwärmung, welche der aus lauter festem Lande bestehende Osten durch die immer intensiver wirkende Sonnenstrahlung erfährt. Das neue Aspirationscentrum ist aber weit entfernt und noch schwach ventilirend, die Winde müssen über unebenes Terrain streichen, die Strömung wird schwach sein. Namentlich bei hohem Barometerstand müssen die südlichen Winde zurücktreten. Wenn jetzt sich ein hoher Druck über Europa verbreitet, so wird derselbe auch auf dem Meere sich leichter bilden können als im Winter. Das Depressionsgebiet des Atlantischen Oceans ist mehr nach Norden gerückt. Möglicherweise strömt jetzt die Luft der Küstenländer nach NW, wie im Winter, aber auf die Mitte Europa's wird jetzt das neue Aspirationsgebiet im Osten wirken und die Luft dahin ziehen. Es ist ja zur Genüge bekannt, dass im Frühjahr im Osten sich häufig sogar bewegliche Cyclonen bilden, deren hoher Druckwall bei uns liegt und daher NE-Winde zur Folge hat. Dass aber auch im Frühjahr wir in den meisten Fällen dem cyclonalen System des Atlantischen Oceans angehören, zeigt der Umstand, dass S-Winde bei mittlerem Barometerstand und überhaupt überwiegen. Dass im Frühjahr alle Winde fast gleich häufig sind und namentlich tiefer Barometerstand häufig vorkommt, ist ein Zeichen, dass zu dieser Zeit bewegliche Verticalströme ihr Spiel auf dem Festland Europa's treiben, und dasselbe nach allen Richtungen durchkreuzend, der Witterung den Stempel der Unruhe aufdrücken.

Damit hängt wohl auch die Verschiedenheit der Lagen der Maxima und Minima in den Häufigkeitswindrosen zusammen, es zeigt sich hier eine stark hervortretende Abhängigkeit von dem Luftdruck und auch der Windstärke. Schwache Winde bei hohem Druck kommen am häufigsten aus NE, dagegen starke rein aus E. Jedoch kann dieses Resultat nicht als zweifellos gelten. Die beiden Diagramme für hohen Druck im Frühjahr lassen das häufige Vorkommen von Winden wechselnder Richtung im NW-Quadranten deutlich erkennen, so dass das Übergewicht der NE- und E-Winde in der Rose wohl mehr der Stetigkeit ihrer Richtung zuzuschreiben ist. Eigenthümlich ist auch das grosse Terrain im SE-Quadranten, aus welchem schwache Winde bei hohem Druck wehen, es ist diess eine Erscheinung, welche ähnlich im Winter und Herbst sich zeigt, dagegen im Sommer fast vollständig fehlt; dieselbe dürfte wohl mit der Häufigkeit der Depressionen im südlichen Europa zusammenhängen, welche ihr Minimum im Sommer zu haben scheint. Starke Winde sind unter diesen Verhältnissen nicht gut möglich wegen der Gebirge, welche sich zwischen diesen Aspirationscentren und dem mittleren Europa hinziehen. Am seltensten sind bei hohem Druck schwache Winde aus WNW und starke S-Winde. Schwache S-Winde sind dagegen bei mittlerem Barometerstand am häufigsten, während bei denselben Druckverhältnissen das Maximum der Häufigkeit starker Winde auf NW fällt. Hier scheint die eigenthümliche Lage Europa's, als in der Mitte zwischen zwei Aspirationscentren gelegen, hervorzutreten. Sind beide Centren weit entfernt, so fliesst die Luft bald nach rechts, bald nach links in schwachen Winden, wobei aber die Strömung nach dem Ocean, als weniger Widerstand bietend, leichter möglich ist. Wenn aber durch günstige Verhältnisse das östliche Centrum näher an uns heranrückt, dann erhebt sich eine kräftige Strömung dahin, wie es ja das Diagramm für starke Winde bei mittlerem Druck deutlich genug zeigt. Das Minimum der Häufigkeit schwacher Winde fällt auf NNE, dagegen kommen starke Winde bei mittleren Druckverhältnissen aus SSE. Wenn bewegliche Cyclonen über Europa hinziehen, so scheinen dieselben im Norden weiter von uns entfernt zu sein, da sie vorwiegend von schwachen Winden begleitet sind. Dagegen müssen bewegliche Cyclonen im Osten oft nahe an uns herankommen, da starke NW-Winde bei tiefem Druck relativ häufig sind.

Der Sommer zeigt sehr ausgeprägte Verhältnisse. Zunächst fällt das entschiedene Übergewicht der Winde mit westlichen Componenten gegenüber denen mit östlichen auf. Es ergiebt sich daraus, dass die Strömung im Frühjahr und Sommer vorzugsweise nach E gerichtet ist, während im Winter und Frühjahr mehr im Norden das Aspirationsgebiet liegen muss. Die SW-Winde sind ziemlich vermehrt gegenüber dem Frühjahr, ebenso, wenn auch schwächer, die NW. Es kann diess davon mit herrühren, dass bei mittlerem Barometerstand starke W-Winde und schwache SW wesentlich häufiger sind. Die SW-Winde kommen im Sommer bei mittlerem Barometerstand häufiger als bei denselben

Druckverhältnissen in den anderen Jahreszeiten vor. Namentlich gilt diess von schwachen Winden, wie überhaupt im Sommer starke Winde relativ selten sind. Am seltensten kommen die NE-Winde vor, namentlich sind starke Winde aus diesen Richtungen nur 113 Mal in 15 Sommern, also in einem Jahre nur 8 Mal, beobachtet worden. Dasselbe gilt von starken SE-Winden. Die Diagramme auf Tafel 1 lassen bei den verschiedenen Druckverhältnissen eine ziemliche Übereinstimmung darin erkennen, dass die hauptsächlichsten Richtungen, aus welchen der Wind weht, zwischen NW und SW liegen. Nur bei schwachen Winden und mittlerem Druck zeigt sich ein eigenthümliches Zurücktreten der reinen W-Richtung und dafür eine Vermehrung der S-Winde. Sollte diess nicht sehr durch örtliche Verhältnisse bedingt sein, vielleicht mit dem Auftreten von Gewittern zusammenhängen? Die Maxima der Häufigkeit liegen bei hohem Druck und bei allen Windstärken auf NW, es findet also dann von uns aus ein directes Fortbewegen der Luft nach dem grossen asiatischen Aspirationscentrum Statt. Dagegen sind sowohl bei mittlerem als auch tiefem Barometerstand die SW-Winde die häufigsten. Am seltensten sind stets die genau entgegengesetzten Richtungen, und ist hier die Gesetzmässigkeit derart vortretend, dass starke SE bei hohem und NE bei tiefem Druck überhaupt nicht vorgekommen sind. Wenn ausgeprägte bewegliche Cyclonen im Sommer auftreten, so werden sie stets fern von uns sein und im Norden hinziehen. Kleinere Phänomene derart, wie Gewitter, werden wohl hauptsächlich unter der Herrschaft hohen und mittleren Druckes eintreten und geben, wie schon erwähnt, möglicherweise Veranlassung zu dem eigenthümlichen Aussehen der Häufigkeitsrose schwacher Winde bei mittlerem und auch hohem Druck.

Der Herbst erinnert auffallend an den Winter und muss ja diess so sein. Das Meer ist dann warm, das Festland im Osten kühlt sich rasch ab, die Folge ist die Vermehrung von Strömungen aus E und die Drehung des hauptsächlichsten Stromes nach N hin. Im Winter bestehen dieselben Verhältnisse, nur im verstärkten Maasse. Dagegen im Frühjahr ist das Meer kalt, der Osten erwärmt sich rasch und so treten entgegengesetzte Verhältnisse ein, die auch im Sommer fortbestehen und so diese beiden Jahreszeiten gleichartig erscheinen lassen.

Doch lassen sich im Herbst einige Unterschiede vom Winter constatiren, namentlich dass bei hohem Druck die grösste Häufigkeit der Windrichtung auf E fällt, während dann schwache W und starke SE am seltensten sind.

Das scheinen mir die wichtigsten Resultate aus der vorliegenden Art der Aufstellung barischer Windrosen zu sein, soweit ich dieselben zu übersehen vermag. Wie schon erwähnt, wird der Nutzen derselben erst dann hervortreten können, wenn für mehrere Orte in Europa derartige Bearbeitungen der Windaufzeichnungen vorliegen werden. Es wird diess für klimatologische Untersuchungen von der grössten Wichtigkeit sein, und wird für das Studium des Spieles kleiner verticaler Strömungen über unserem Festland unumgänglich nöthig sein. Wetterprognosen für das Festland werden nur auf Grund derartiger Untersuchungen mit einiger Sicherheit gegeben werden können.

## II. Thermische Windrosen.

Auch die Temperatur gehört zu den wechselndsten Elementen der atmosphärischen Vorgänge. Jedoch treten hierbei die regelmässigen Änderungen mehr in den Vordergrund, als bei dem Barometerstand. Als Resultate der Beobachtungen, welche während 1760—1875 in Leipzig über die Wärme der Atmosphäre angestellt worden sind, kann man betrachten, dass die höchste Temperatur etwas über 36° C betragen kann, das Thermometer wohl aber nie unter — 30° C sinken wird, dass also mehr als 60° C Temperaturdifferenz möglich sind. Die höchste Temperatur herrscht gesetzmässig im Jahre am 17. Juli zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittags, und zwar steht zu dieser Zeit das Thermometer auf 23,2° C, während die kälteste Stunde des Jahres am 3. Januar früh $7^h$ ist, zu welcher Zeit das Thermometer auf — 4° C steht. Demnach beträgt gesetzmässig die normale Differenz zwischen den beiden absoluten Temperaturextremen des Jahres über 27°, also weniger als die Hälfte der überhaupt beobachteten Differenz. Es sind diese Resultate abgeleitet aus 60jährigen Beobachtungen täglich drei Mal und 8jährigen Aufzeichnungen eines registrirenden Thermometers. Die Resultate dieser Bearbeitung sind derart, dass man wohl annehmen kann, dass weitere Beobachtungen die angeführten Zahlen nicht wesentlich ändern werden. Wir ersehen daraus, dass das beobachtete absolute Maximum der Temperatur das Normale um 13° übertrifft, während das beobachtete absolute Minimum um 26° C tiefer liegt als das Normale. Es kann diess nicht Wunder nehmen, da ja die Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung intensiver wirken muss, als die Erwärmung durch die Einstrahlung Nachmittags.

Um das Bild über den regelmässigen Gang der Temperatur zu vervollständigen, und den Leser in Stand zu setzen, die Unregelmässigkeiten gehörig würdigen zu können, geben wir hier noch die mittleren Monatstemperaturen und die Amplituden der täglichen Periode in den verschiedenen Monaten.

*Tafel der mittleren Monatstemperaturen und der Abweichungen der Extreme*[1]) *der täglichen Periode von denselben.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Januar . . . | — 1,8° | — 2,6 | + 2,7 |
| Februar . . . | + 0,6 | — 3,0 | + 3,4 |
| März . . . | 3,2 | — 3,4 | + 4,0 |
| April . . . | 8,3 | — 4,8 | + 4,9 |
| Mai . . . . | 13,3 | — 5,7 | + 5,4 |
| Juni . . . . | 16,9 | — 5,7 | + 5,3 |
| Juli . . . . | 18,5 | — 6,3 | + 5,5 |
| August . . . | 18,0 | — 5,8 | + 5,6 |
| September . . | 14,3 | — 5,6 | + 5,9 |
| October . . . | 9,0 | — 4,4 | + 4,7 |
| November . . | 3,5 | — 2,9 | + 3,0 |
| December . . | 0,4 | — 2,6 | + 2,6 |

Es ist wohl zweifellos, dass den hauptsächlichsten Einfluss auf die regelmässigen Änderungen der Temperatur, sowohl in der jährlichen, als auch der täglichen Periode, die Sonne hat. Aber es scheint, als ob dieselbe nicht allein maassgebend sei. Es zeigen sich in der Curve, welche die jährliche Periode der Temperatur darstellt, so ausgeprägte Störungen in Form von Verminderung der Geschwindigkeit des Anstieges und Abstieges der Temperatur, die sogar häufig bis zu einer kurzen entgegengesetzten Bewegung der Temperatur ausarten. Namentlich tritt diess im Mai und Juni ein. Besonders auffällig ist, dass nach dem Maximum im Juli eine rasche Abnahme der Temperatur eintritt, die dann im August in eine Zunahme übergeht und ein zweites Maximum entstehen lässt. Dass diese Störungen sogar in mehr als 60jährigen Mitteln deutlich hervortreten, lässt mit Sicherheit darauf schliessen, dass hier regelmässige wiederkehrende Ursachen derselben vorhanden sind. Von besonderem Einfluss müssen aber Windströmungen auf die Temperatur sein, da ja einleuchtend ist, dass durch dieselben ein wesentlicher Wärmetransport Statt finden muss. Aber ausser dem Wind müssen noch Bewölkung und Niederschlagsverhältnisse eine grosse Rolle spielen, so dass wir es hier mit einem ziemlich verwickelten Phänomen zu thun haben. Alle diese Ursachen können sowohl auf die regelmässigen, als vorwiegend auf die unregelmässigen Temperaturänderungen einwirken. So werden regelmässige Windströmungen entweder die Zunahme der Temperatur fördern, oder auch ihr hindernd entgegentreten können. Wenn durch irgend eine Ursache zu einer bestimmten Jahreszeit sich meist heiterer oder bedeckter Himmel zeigt, so kann diess ebenfalls sich in der Curve der jährlichen Periode bemerklich machen. Noch mehr aber müssen diese bei den unregelmässigen Temperaturänderungen zur Wirkung gelangen. Eine Zusammenstellung der Abhängigkeit der Abweichungen der Temperatur von den Windrichtungen in den einzelnen Monaten geben wir in der folgenden Tabelle.

[1]) Mittel aus den Ablesungen am Maximum- und Minimum-Thermometer.

*Vierpunktige thermische Windrosen.*

| | NE | SE | SW | NW | Maximum | | Minimum | | Schwankung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . | — 3,3 | — 1,6 | + 3,4 | + 0,5 | SW | + 4,3 | ENE | — 4,4 | 8,7 |
| Februar . | — 5,0 | — 1,8 | + 2,2 | — 0,8 | SW | + 2,9 | NEzE | — 5,7 | 8,6 |
| März . . | — 1,6 | + 0,7 | + 1,0 | — 1,5 | S | + 1,9 | NNW | — 2,1 | 4,0 |
| April . . | — 0,3 | + 1,5 | + 1,0 | — 1,3 | SzE | + 1,7 | NNW | — 1,7 | 3,4 |
| Mai . . | — 0,8 | + 1,6 | + 0,6 | — 2,0 | SSE | + 2,1 | NzW | — 2,4 | 4,5 |
| Juni . . | — 0,1 | + 1,7 | — 0,1 | — 1,4 | SE | + 2,1 | NWzW | — 1,6 | 3,7 |
| Juli . . | + 1,5 | + 2,1 | 0,0 | — 0,5 | ESE | + 2,4 | W | — 1,1 | 3,5 |
| August . | 0,0 | + 1,5 | — 0,3 | — 1,3 | SE | + 2,0 | WNW | — 1,6 | 3,6 |
| September | — 0,4 | + 0,6 | + 0,7 | — 0,5 | S | + 1,3 | NzW | — 0,8 | 2,1 |
| October . | — 2,2 | + 0,1 | + 0,6 | — 1,5 | S | + 1,5 | NEzN | — 2,5 | 4,0 |
| November | — 2,5 | — 0,8 | + 1,2 | — 1,0 | SW | + 1,7 | NE | — 2,6 | 4,3 |
| December | — 5,2 | — 2,3 | + 1,6 | — 1,3 | WSW | + 2,2 | NNE | — 5,8 | 8,0 |

Die Zahlen der vorstehenden Tabelle geben die Mittel aus Differenzen zwischen den beobachteten und den normalen Temperaturen des betreffenden Zeitpunktes. Die Abweichungen unter NE stellen die Mittel aus den sämmtlichen zu den Winden zwischen N und E gehörigen Abweichungen dar. Wir finden weiter die Lagen und Grössen der Extreme der Windrosen der einzelnen Monate. Die Resultate geben nicht viel Neues, constatiren nur abermals, dass im Winter die wärmsten Winde die von dem Ocean stammenden SW sind. Die kältesten kommen von NE, da ja zu dieser Zeit das Gebiet der grössten Kälte eher rein östlich als nördlich sich von uns befindet. Nach dem Sommer hin dreht sich die Richtung der wärmsten Winde immer mehr durch S nach SE, die der kältesten nach NW (im Juli sogar bis W), was auch aus der allgemeinen durch die Isothermenkarten bekannten Wärmevertheilung und deren Änderung vom Winter nach dem Sommer hin sich leicht erklärt. Nur auf einen Umstand möchte ich hier wieder hinweisen, und zwar ist diess wieder die Kleinheit der Schwankungen. Nur im Januar beträgt die Differenz der Temperaturen des kältesten und wärmsten Windes 8,7° C und geht im September bis auf 2,1° C herab. Die grösste Erwärmung über die Normaltemperatur beträgt nur 4,3°, während die grösste Abkühlung nur 5,8° erreicht. Dass die Schwankungen in den Monaten Juli bis September kleiner sind, erklärt sich leicht daraus, dass in diesen Monaten überhaupt die Temperaturschwankungen geringer sind, aber doch nicht in dem Maasse, wie es sich bei den Windrosen zeigt. Wenn wir unter „Schwankung im Monat" die Differenz zwischen der höchsten und tiefsten beobachteten Temperatur in dem Monat eines Jahres verstehen, so erhalten wir aus den Beobachtungen während 1760—1875 folgende Resultate.

*Tafel der Schwankungen der Temperatur im Monat.*

| | Mittlere Werthe. | Grösste Schw. | Kleinste Schw. |
|---|---|---|---|
| Januar . . . | 21,5° C | 31,3 | 12,4 |
| Februar . . . | 21,3 | 40,6 | 12,9 |
| März . . . | 22,0 | 32,6 | 12,8 |
| April . . . | 23,5 | 30,6 | 16,0 |
| Mai . . . . | 25,7 | 31,3 | 18,1 |
| Juni . . . . | 24,0 | 29,6 | 17,7 |

| | Mittlere Werthe. | Grösste Schw. | Kleinste Schw. |
|---|---|---|---|
| Juli . . . . | 22,8° C | 29,0 | 17,8 |
| August . . . | 21,8 | 27,8 | 16,4 |
| September . . | 22,4 | 32,8 | 13,5 |
| October. . . | 21,5 | 32,8 | 15,0 |
| November . . | 19,5 | 30,5 | 11,0 |
| December . . | 20,5 | 36,4 | 8,1 |
| Jahr . . . . | 48,6 | 60,9 | 40,4 |

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dass die Differenz zwischen der höchsten und tiefsten in einem Monat beobachteten Temperatur nie weniger als 8° C, dagegen nie mehr als 41° betragen hat. Die grösste Differenz der absoluten Extreme der Temperatur während eines Jahres war 61°, die kleinste 40°. Im Durchschnitt können wir erwarten, dass der Thermometerstand in jedem Monat eine Schwankung von ca 20° erleidet. Um aber zu erkennen, wie viel von den angeführten Schwankungen als regelmässig und als unregelmässig zu betrachten sind, führen wir hier die in den einzelnen Monaten gesetzmässig vorkommenden *tiefsten und höchsten Temperaturen* auf.

| | Tiefste Temp. 6 a. m. | | Höchste Temp. 2 p. m. | | Regelmässige Schwank. | Unregelmässige Schwank. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . . . | 4—6 | — 3,9 | 31 | + 1,7 | + 5,6 | 16,9 |
| Februar. . . | 11—12 | — 1,8 | 28 | + 4,9 | + 6,7 | 14,6 |
| März . . . | 3—5 | — 0,2 | 31 | + 9,0 | + 9,2 | 12,8 |
| April . . . | 1 | + 2,8 | 23—25 u. 31 | + 13,9 | + 11,1 | 12,4 |
| Mai . . . . | 1 | + 7,3 | 31 | + 19,9 | + 12,6 | 13,1 |
| Juni . . . . | 1 | + 12,5 | 22 | + 21,3 | + 8,8 | 15,2 |
| Juli . . . . | 26—28—30 | + 14,7 | 15—19 | + 23,1 | — 8,4 | 14,4 |
| August . . . | 31 | + 12,6 | 5—9 | + 22,8 | — 10,2 | 10,4 |
| September . . | 30 | + 8,2 | 1 | + 21,0 | — 12,8 | 9,6 |
| October. . . | 31 | + 4,7 | 1 | + 16,9 | — 12,2 | 9,3 |
| November . . | 22—24 | + 1,0 | 3 | + 8,7 | — 7,7 | 11,8 |
| December . . | 31 | — 3,0 | 1 | + 3,6 | — 6,6 | 13,9 |

Es stellen die vorhergehenden Zahlen die tiefsten Temperaturen früh 6 Uhr dar, als der Zeit, welche dem Minimum der täglichen Periode am nächsten liegt und geben zugleich den Monatstag an, an welchem diese Temperatur gesetzmässig eintreten soll. Ebenso sind die in den Monaten um 2 p. m. vorkommenden höchsten Temperaturen nebst den Monatstagen aufgeführt. Weiter sind die Differenzen dieser Zahlen als regelmässige Schwankungen und die Differenzen dieser letzteren mit den mittleren Schwankungen der Tabelle auf Seite 16 als unregelmässige Schwankungen angegeben. Darnach sind die gesetzmässigen, durch die tägliche und jährliche Periode bedingten Schwankungen der Temperatur am grössten im September und dann im Mai. Am kleinsten sind dieselben in den Wintermonaten. Dagegen zeichnen sich die Wintermonate, namentlich der Januar, durch enorm unregelmässige Schwankung der Temperatur aus. Im April werden diese Schwankungen zu einem relativen Minimum, um dann nach dem Sommer hin zu steigen und im Juni ein zweites Maximum zu erreichen, welches nur wenig kleiner als das im Januar ist. Auffallend klein sind die regelmässigen Temperaturschwankungen im September und October.

Wenn nun auch die Resultate der letzteren Tabelle im Wesentlichen übereinstimmen mit den Ergebnissen der thermischen Windrosen der Monate, so sind doch damit die Ursachen, warum die durch die Winde bedingten Temperaturschwankungen so klein gegenüber den vorkommenden sind, noch nicht gefunden.

Es liegt nahe, die Kleinheit der Extreme der thermischen Windrosen darin zu suchen, dass ein und derselbe Wind sehr verschiedene Eigenschaften haben kann. Es wird derselbe weit herkommen oder auch der nächsten Nähe entstammen können. Wenn er stark weht, wird er die Temperatur kräftig ändern können, während bei schwachen Strömungen andere Factoren, als die durch Bedeckung des Himmels bedingte Grösse der Sonnenstrahlung &c. mehr Einfluss haben werden. Um diese Frage einigermaassen beleuchten zu können, habe ich für die wärmsten und kältesten Winde die Fälle zusammengestellt, in welchen diese Winde Erwärmung und Abkühlung hervorbrachten. Ich wählte für die Wintermonate NE und SW, für den Sommer NW und SE und die Zwischenzeiten N und S.

| Monat. | Kältester Wind. | Abkühlung. Anzahl der Fälle. | Abkühlung. Mittel. | Abkühlung. Extremer Werth. | Erwärmung. Anzahl der Fälle. | Erwärmung. Mittel. | Erwärmung. Grösste beobachtete Erwärmung. | Wärmster Wind. | Abkühlung. Anzahl der Fälle. | Abkühlung. Mittel. | Abkühlung. Grösste beobachtete Abkühlung. | Erwärmung. Anzahl der Fälle. | Erwärmung. Mittel. | Erwärmung. Grösste beobachtete Erwärmung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| December . . | NE | 76 | — 6,4 | — 15,8 | 6 | + 2,4 | + 4,8 | | 74 | — 3,4 | — 19,3 | 212 | + 4,0 | + 15,4 |
| Januar . . . | NE | 51 | — 6,4 | — 12,8 | 11 | + 1,7 | + 3,1 | SW | 30 | — 3,9 | — 10,7 | 250 | + 5,5 | + 15,6 |
| Februar . . | NE | 68 | — 7,2 | — 23,9 | 14 | + 1,7 | + 7,1 | | 49 | — 2,6 | — 7,9 | 185 | + 4,4 | + 12,4 |
| März . . . | N | 45 | — 3,4 | — 10,5 | 18 | + 3,2 | + 9,6 | | 55 | — 2,4 | — 12,5 | 130 | + 3,8 | + 12,3 |
| April . . . | N | 33 | — 3,0 | — 6,9 | 23 | + 3,1 | + 7,6 | S | 36 | — 2,4 | — 9,4 | 75 | + 3,3 | + 10,2 |
| Mai . . . . | N | 76 | — 4,9 | — 15,8 | 28 | + 2,9 | + 10,3 | | 39 | — 3,3 | — 11,1 | 85 | + 4,3 | + 10,6 |
| Juni . . . . | NW | 112 | — 3,4 | — 10,3 | 61 | + 2,3 | + 6,2 | | 22 | — 1,9 | — 5,4 | 43 | + 4,4 | + 12,1 |
| Juli . . . . | NW | 88 | — 2,9 | — 9,4 | 64 | + 3,0 | + 10,3 | SE | 21 | — 2,1 | — 7,0 | 66 | + 3,9 | + 11,2 |
| August . . . | NW | 95 | — 2,7 | — 9,9 | 33 | + 1,9 | + 6,8 | | 24 | — 2,8 | — 5,4 | 52 | + 4,1 | + 12,3 |
| September . . | N | 23 | — 2,9 | — 6,1 | 9 | + 1,8 | + 4,7 | | 76 | — 2,3 | — 8,7 | 114 | + 3,4 | + 12,9 |
| October. . . | N | 22 | — 3,9 | — 9,0 | 14 | + 2,3 | + 4,5 | S | 93 | — 2,6 | — 8,2 | 124 | + 2,9 | + 8,9 |
| November . . | N | 32 | — 3,1 | — 10,3 | 16 | + 1,5 | + 4,1 | | 72 | — 2,7 | — 8,5 | 107 | + 3,2 | + 9,0 |

Wir finden die Resultate in der vorhergehenden Tabelle. Angegeben sind die Anzahl der Fälle, das Mittel der Erwärmung oder Abkühlung und die extremsten Werthe. Es zeigen die letzteren, dass der Begriff wärmster und kältester Wind sehr zweifelhaft ist, hat es doch SW-Winde im December mit einer Erniedrigung der Temperatur unter die Normale von — 19,3° gegeben. Man erkennt daraus, dass die kältesten Winde sehr warm, die wärmsten aber auch sehr kalt sein können

Was die Nordwinde betrifft, so ist die Anzahl der abkühlenden Strömungen nur im Winter von bedeutender Majorität, und ist auch das Mittel aus den durch dieselben bedingten Temperaturerniedrigungen ziemlich gross. Die erwärmenden N-Winde kommen im Winter zwar vor, aber sehr selten, und ist auch die mittlere Erwärmung durch dieselben nicht bedeutend. Man erkennt aber, dass auch diese geringen Ausnahmen geeignet sind, die Minima der thermischen Windrosen bedeutend abzuflachen. Nach dem Sommer zu treten warme N-Winde häufiger auf und sind namentlich im April, Juli und October dieselben wenig seltener als die kalten. Es stehen auch die mittleren Erwärmungen den Abkühlungen wenig nach und übertreffen dieselben sogar im April und Juli. Dass die Minima in diesen Monaten in der Windrose so klein sich zeigen, während doch die unregelmässigen Schwankungen bedeutend sind, hat also seinen Grund darin, dass die Nordströmungen zu diesen Zeiten sehr verschiedenen Charakter haben können, und dass dieselben nur deshalb als abkühlende Winde hervortreten, weil die kälteren Strömungen etwas häufiger sind als die wärmeren.

Ähnlich ist es mit den Südströmungen. Von einer imposanten Majorität des erwärmenden SW kann nur im Januar die Rede sein, während im December und Februar ca ein Viertel bis ein Fünftel aller SW abkühlende Winde sind. In den anderen Monaten ist der Procentsatz der abkühlenden S und SE grösser.

Man erkennt daraus, dass die Richtung des Windes zwar einen entschiedenen Einfluss auf die Temperatur haben kann, dass aber sicher von noch grösserem Einfluss andere Ursachen sind, und dass man wohl der Windrichtung eine zu grosse Rolle zugeschrieben hat und noch zuschreibt.

Dr. Köppen wird wohl der erste gewesen sein, welcher diese Verschiedenheit der Temperatur der Windströmungen zu bestimmen gesucht hat. Er ging von der Ansicht aus, dass bei einer Cyclone der SE aus einer südlichen, dagegen bei einer Anticyclone derselbe Wind mehr aus einer östlichen Gegend stamme, und dass daher in diesen beiden Verhältnissen ein und dieselbe Windrichtung sehr verschiedenen Charakter haben müsse. Demnach stellte Köppen die Tage zusammen, an welchen St. Petersburg einer Cyclone oder einer Anticyclone sehr nahe lag, oder an welchen beide gleichweit entfernt waren. Es konnte diess mit Hülfe synoptischer Karten, welche in dem Zeitraum von 2 Jahren die Witterungsverhältnisse am Morgen ($7^h$ a. m.) eines jeden Tages über ganz Europa darstellen, geschehen, da aus der Krümmung der Isobaren auf eine grössere Nähe eines cyclonalen oder anticyclonalen Centrums geschlossen werden konnte, und der geradlinige Verlauf derselben zeigte, dass beide gleichweit entfernt sein mussten. Auch liessen sich aus diesen Karten die zwei Tage bestimmen, an welchen sich St. Petersburg gerade im windstillen Raum einer Cyclone befand, wie auch die häufigere Lage im Gebiete eines Druckmaximums ermittelt wurde.

Das Resultat Köppen's besteht darin, dass in der That eine Veränderung in der Richtung der kältesten und wärmsten Winde constatirt werden konnte. So ist in der warmen Jahreszeit der wärmste Wind S 12° E in einer Cyclone, dagegen der S 22° W in der Anticyclone; es tritt also eine Drehung um 34° ein. Im Winter ist der cyclonale wärmste Wind S 3° E, dagegen anticyclonal S 68° W; es beträgt also hier die Drehung 78°. Entsprechende Drehungen zeigen auch die kältesten Winde. Am auffallendsten sind die Einwirkungen der Zwischenwinde. So erwärmt im Winter der einer Cyclone angehörige SE um 2,6° C, während er in einer Anticyclone um 7,1° abkühlt.

Director Wild spricht in seinem Vorwort zur Arbeit Dr. Köppen's die Erwartung aus, dass Niemand mehr eine Witterungswindrose eines Ortes anders als nach Köppen's neuer Methode berechnen würde. Als ich daher an die Aufgabe herantrat, die Windrosen für Leipzig zu berechnen, legte ich mir die Frage vor, ob das ganze fünfzehnjährige Material zu benutzen sei, oder ob diess für diese Zwecke nicht brauchbar sein dürfte. Es hätten ja mehrere Jahrgänge von Hoffmeyer's cartes synoptiques journalières und ausserdem die Wetterberichte der Seewarte benutzt werden können. Ich entschied mich für Verwendung des ganzen Materiales, indem ich dabei von der Meinung ausging, dass die Nähe einer Cyclone sich stets durch einen niederen Barometerstand zu erkennen geben müsse, während sehr hoher Druck die Lage von Leipzig im Gebiet einer Anticyclone anzeigt, und bei mittlerem Barometerstand beide nahe gleichweit sein müssen. Ganz einwurfsfrei ist diess jedenfalls nicht, jedoch erschien mir die Sache wichtig genug, um die sehr bedeutende Arbeitsmasse in Angriff zu nehmen. Um überhaupt eine übersichtliche Behandlung des ganzen Materiales zu haben, wurden die sämmtlichen Beobachtungen der Jahre 1861—75 in besondere Schemas eingetragen und auf einerlei Einheiten reducirt, da bis 1871 die Temperaturen in R und Barometerstände und Dunstspannung in Linien, von da an aber in C und mm angegeben sind. Die Windrichtungen wurden durch Zahlen N = 0 (16), E = 4, S = 8, W = 12 &c. ausgedrückt.

Ich unterschied 6 Fälle.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1: | Druck hoch (über 755) | Wind schwach | (Stärke 0 — 1,5) |
| 2: | „ „ | „ stark | ( „ 2 — 4 ) |
| 3: | „ mittel (745—755) | „ schwach | |
| 4: | „ „ | „ stark | |
| 5: | „ tief (unter 745) | „ schwach | |
| 6: | „ „ | „ stark. | |

Diese Bemerke wurden aus dem Barometerbuche in das Windbuch übergetragen und dienten zu der Aufstellung der schon besprochenen barischen Windrosen.

Aus der Bearbeitung des ganzen Materiales thermometrischer Beobachtungen war es möglich gewesen, mit ziemlicher Sicherheit die für jede Stunde eines jeden Tages normale Temperatur abzuleiten. Ich bildete für jede der mehr als 15 000 Beobachtungen der Temperatur die Abweichungen von der normalen Temperatur des Beobachtungsmomentes. Es wurden nun diese Abweichungen nach den 6 Witterungsverhältnissen, nach der Tageszeit und nach den Windrichtungen zusammengestellt und zu Mitteln vereinigt. Ich habe so die thermischen Windrosen für jede der Beobachtungsstunden eines jeden Monates, unterschieden nach 6 verschiedenen Druck- und Strömungsverhältnissen, berechnet. Leider kann ich das ganze Material nicht veröffentlichen, ich musste mich darauf beschränken, den Einfluss der Tageszeit vorläufig bei Seite zu lassen, hoffe aber, einige daraus sich ergebende Resultate später mittheilen zu können. Ebenso habe ich auch die den Jahreszeiten entsprechenden Monate zusammengezogen und gebe hier nur die Windrosen der Jahreszeiten, unterschieden nach den 6 Witterungszuständen. Die direct erhaltenen Windrosen liessen sich nicht gebrauchen, da die Curven sehr unregelmässigen Verlauf hatten. Ich construirte eine jede dieser Windrosen und zeichnete darunter eine zweite Curve, welche die Anzahl der beobachteten Fälle darstellt, und glich die Curve derart aus, dass sie zwar der Beobachtung sich möglichst anschmiegte, aber doch einen regelmässigen Verlauf hatte. Dabei konnte das Gewicht einer jeden Beobachtung durch die darunter befindliche Häufigkeitscurve in Rücksicht gezogen werden. Ich fing die Zeichnung stets dort an, wo die grösste Häufigkeit der Fälle Statt gefunden hatte, und konnte dann meist ohne gar zu grosse Willkühr den weiteren Verlauf derselben auffinden. Ich muss auch darauf verzichten, die directen Ergebnisse der Beobachtung zu publiciren, und kann nur die Resultate der Ausgleichung mit der Versicherung geben, dass ich so sorgfältig als möglich dabei zu Werke gegangen bin.

In der folgenden Tabelle finden sich die Resultate in Zehntelgraden.

*Thermische Windrosen der Jahreszeiten* (Zehntelgrade), unterschieden nach Barometerstand und Windstärke.

| | | N 16 | 1 | NE 2 | 3 | E 4 | 5 | SE 6 | 7 | S 8 | 9 | SW 10 | 11 | W 12 | 13 | NW 14 | 15 | N 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | 1 | — 38 | — 51 | — 56 | — 56 | — 52 | — 39 | — 28 | — 16 | — 4 | + 11 | + 19 | + 20 | + 10 | + 1 | — 11 | — 25 | — 38 |
| | 2 | — 43 | — 62 | — 71 | — 70 | — 56 | — 31 | — 12 | + 3 | + 17 | + 28 | + 33 | + 33 | + 28 | + 18 | + 1 | — 22 | — 43 |
| | 3 | — 44 | — 51 | — 44 | — 36 | — 32 | — 26 | — 17 | — 3 | + 12 | + 19 | + 22 | + 16 | + 9 | — 2 | — 15 | — 31 | — 44 |
| | 4 | — 43 | — 60 | — 61 | — 55 | — 41 | — 26 | — 9 | + 9 | + 27 | + 39 | + 43 | + 42 | + 33 | + 19 | — 1 | — 27 | — 43 |
| | 5 | — 34 | — 39 | — 28 | — 16 | — 2 | + 8 | + 14 | + 18 | + 22 | + 28 | + 32 | + 30 | + 24 | + 16 | + 4 | — 13 | — 34 |
| | 6 | — 36 | — 44 | — 49 | — 48 | — 39 | — 24 | + 3 | + 26 | + 44 | + 52 | + 53 | + 44 | + 32 | + 15 | — 3 | — 22 | — 36 |
| | | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Frühling | 1 | — 16 | — 16 | — 14 | — 11 | — 6 | 0 | + 3 | + 4 | + 4 | + 5 | + 6 | — 2 | — 7 | — 9 | — 8 | — 17 | — 16 |
| | 2 | — 19 | — 19 | — 18 | — 12 | — 1 | + 8 | + 12 | + 13 | + 13 | + 11 | + 10 | + 5 | — 3 | — 10 | — 14 | — 17 | — 19 |
| | 3 | — 14 | — 11 | — 5 | + 1 | + 6 | + 11 | + 16 | + 18 | + 17 | + 12 | + 5 | + 1 | — 3 | — 7 | — 11 | — 14 | — 14 |
| | 4 | — 31 | — 32 | — 20 | — 10 | 0 | + 10 | + 31 | + 27 | + 29 | + 26 | + 19 | + 7 | — 7 | — 20 | — 27 | — 29 | — 31 |
| | 5 | — 15 | — 6 | + 1 | + 7 | + 10 | + 14 | + 17 | + 21 | + 24 | + 21 | + 16 | + 8 | 0 | — 7 | — 11 | — 15 | — 15 |
| | 6 | — 33 | — 24 | — 15 | — 6 | + 3 | + 12 | + 20 | + 25 | + 26 | + 26 | + 22 | + 11 | — 2 | — 16 | — 28 | — 36 | — 33 |
| | | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Sommer | 1 | — 11 | — 6 | — 2 | + 2 | + 6 | + 9 | + 10 | + 10 | + 9 | + 7 | + 4 | 0 | — 5 | — 9 | — 12 | — 13 | — 11 |
| | 2 | — 12 | — 11 | — 6 | — 1 | + 6 | + 10 | + 13 | + 16 | + 16 | + 16 | + 4 | — 9 | — 16 | — 16 | — 13 | — 13 | — 12 |
| | 3 | + 1 | + 6 | + 11 | + 17 | + 21 | + 23 | + 23 | + 21 | + 18 | + 15 | + 2 | — 5 | — 9 | — 9 | — 8 | — 4 | + 1 |
| | 4 | — 12 | — 2 | + 7 | + 17 | + 26 | + 38 | + 44 | + 42 | + 26 | + 6 | — 5 | — 13 | — 16 | — 19 | — 21 | — 19 | — 12 |
| | 5 | — 9 | — 7 | — 3 | + 3 | + 9 | + 15 | + 20 | + 19 | + 15 | + 7 | — 2 | — 9 | — 13 | — 15 | — 14 | — 12 | — 9 |
| | 6 | — 23 | — 12 | + 4 | + 23 | + 35 | + 43 | + 43 | + 35 | + 13 | — 8 | — 19 | — 24 | — 26 | — 32 | — 38 | — 34 | — 23 |
| | | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Herbst | 1 | — 24 | — 29 | — 32 | — 30 | — 27 | — 23 | — 17 | — 12 | — 11 | — 2 | + 3 | + 5 | 0 | — 4 | — 14 | — 19 | — 24 |
| | 2 | — 18 | — 20 | — 22 | — 20 | — 14 | — 7 | 0 | + 5 | + 9 | + 12 | + 13 | + 10 | + 5 | — 1 | — 7 | — 14 | — 18 |
| | 3 | — 13 | — 14 | — 13 | — 8 | — 3 | + 1 | + 2 | + 4 | + 7 | + 8 | + 7 | + 4 | + 1 | — 4 | — 8 | — 11 | — 13 |
| | 4 | — 17 | — 22 | — 23 | — 16 | — 8 | + 1 | + 8 | + 12 | + 15 | + 16 | + 15 | + 11 | + 6 | — 2 | — 10 | — 15 | — 17 |
| | 5 | — 5 | — 6 | — 5 | + 5 | + 13 | + 13 | + 10 | + 12 | + 11 | + 8 | + 6 | + 5 | + 3 | + 2 | — 6 | — 7 | — 5 |
| | 6 | — 15 | — 13 | — 8 | 0 | + 11 | + 17 | + 20 | + 20 | + 20 | + 18 | + 14 | + 9 | + 3 | — 5 | — 11 | — 14 | — 15 |

Mir scheint es, als ob die vorliegenden Resultate, soweit sie die Lage der Extreme in der Windrose betreffen, nicht recht in Einklang zu bringen sind mit den Resultaten Köppen's. Es treten die Maxima und Minima so deutlich hervor, dass ihre Lagen auch ohne Zuhülfenahme der Bessel'schen Formel ziemlich sicher (das heisst bis auf einen Windstrich genau) erkannt werden können. Da scheint die Grösse des Luftdruckes einen schwachen Einfluss zu haben, und zwar tritt bei den wärmsten Winden fast durchgängig eine Drehung nach links ein, wenn der Barometerstand abnimmt. Diess ist gerade dieselbe Drehung, welche Köppen fand. Nach ihm dreht sich der wärmste Wind bei fallendem

Barometer in St. Petersburg aus einer fast reinen SW-Richtung nach Süd hin. Ich finde dasselbe für Leipzig, aber bei Weitem nicht so ausgeprägt. Am auffallendsten tritt diese Erscheinung im Herbst ein. Sehr warme schwache Winde bei sehr hohem Druck kommen fast rein aus W, während die höchste Temperatur bei sehr tiefem Barometerstand fast reine Ostströmungen bringt, wenn sie schwach sind. Bei den kältesten Winden ist die Richtung mehr unabhängig vom Luftdruck, hier scheint die Stärke der Strömung eine grössere Rolle zu spielen.

Wenn nun aber auch eine Veränderung der Lage der Extreme in der Windrose mit dem Druck und der Stärke der Strömung der Atmosphäre hervorzutreten scheint, so ist diess doch unbedeutend gegenüber derjenigen der Grösse der Extreme. Es zeigt sich hier der Einfluss des Barometerstandes und der Windstärke von ziemlicher Bedeutung. Durchgängig zeigt der starke Wind eine viel grössere Veränderung der Temperatur als schwacher Wind, sowohl bei Abkühlung als Erwärmung, und geht daraus nach meiner Meinung am deutlichsten hervor, dass wir es hier in der That mit einem Wärmetransport durch die Luftströmung zu thun haben. Namentlich tritt diess bei den wärmsten Winden hervor. Wir erkennen hier, dass die Erwärmung durch den SW bei hohem Druck viel kleiner ist als bei tiefem. Im Fall I beträgt das Maximum der Erwärmung im Winter nur 2,0°, während im Fall VI diess bis zu 5,3° steigt. Ähnlich ist diess auch zu den anderen Jahreszeiten. Der Grund scheint mir weniger darin zu liegen, dass die einer Cyclone angehörenden SW mehr aus W, dagegen die einer Anticyclone angehörenden mehr aus S stammen, als darin, dass die bei hohem Druck sich zeigenden Winde aus unserer nächsten Nähe stammen und daher überhaupt wenig Änderung der Temperatur hervorbringen können. Dagegen werden die Strömungen bei mittlerem Druck wahrscheinlich vom Atlantischen Ocean stammen und im Winter stark erwärmen können. Ebenso ist diess bei tiefem Barometerstand, wenn es auch hier bei grosser Nähe des Centrums recht gut möglich ist, dass als SW Luft zu uns kommt, die mehr aus N denn als aus W stammt.

Dass die wärmsten Winde eine kräftigere Wirkung bei tiefem als bei hohem Barometerstand haben, zeigt sich zu allen Jahreszeiten. Anders ist es mit den kältesten Winden. Im Winter und im Herbst finden wir, dass die Abkühlung bei hohem Druck weit grösser ist als bei niedrigem, während das Umgekehrte im Sommer Statt findet. Hier tritt der Einfluss anderer Ursachen deutlich hervor, und werden wir auf diese Abweichungen später zu sprechen kommen.

Im grossen Ganzen finden wir aber bestätigt, dass im Winter die wärmste Strömung aus SW, die kälteste aus NE kommt, dass diese Eigenschaften im Sommer dagegen SE- und NW-Winde und in den Zwischenzeiten fast genau reine S- und N-Winde haben.

Ich habe ebenfalls die beiden sogenannten kältesten und wärmsten Strömungen näher untersucht, indem ich für jeden dieser Winde die Fälle der Erwärmung und Abkühlung schied. Es folgen hier die Resultate.

| | Kältester Wind. | | | | | | Wärmster Wind. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abkühlung. | | | Erwärmung. | | | Abkühlung. | | | Erwärmung. | | |
| | Anzahl der Fälle. | Mittel. | Grösste beobacht. Abkühl. | Anzahl der Fälle. | Mittel. | Grösste beobacht. Erwärm. | Anzahl der Fälle. | Mittel. | Grösste beobacht. Abkühl. | Anzahl der Fälle. | Mittel. | Grösste beobacht. Erwärm. |
| Winter NE und SW | | | | | | | | | | | | |
| Druck: hoch Wind: schwach | 48 | — 7,1 | — 18,7 | 9 | + 2,1 | + 5,1 | 56 | — 3,1 | — 10,2 | 127 | + 2,9 | + 15,6 |
| „ „ „ stark | 39 | — 8,8 | — 15,8 | 2 | + 1,5 | + 2,0 | 25 | — 1,9 | — 11,4 | 93 | + 4,9 | + 11,9 |
| „ mittel „ schwach | 52 | — 5,7 | — 23,9 | 14 | + 1,3 | + 7,1 | 33 | — 3,3 | — 19,3 | 90 | + 4,4 | + 9,5 |
| „ „ „ stark | 32 | — 6,1 | — 13,5 | 1 | + 1,9 | + 1,9 | 21 | — 3,1 | — 8,9 | 188 | + 5,2 | + 12,1 |
| „ tief „ schwach | 8 | — 5,5 | — 10,8 | 5 | + 2,8 | + 4,7 | 3 | — 3,6 | — 6,5 | 18 | + 4,4 | + 10,1 |
| „ „ „ stark | 16 | — 4,9 | — 11,3 | 0 | 0,0 | 0,0 | 10 | — 2,1 | — 4,7 | 131 | + 5,8 | + 15,4 |
| Frühjahr N und S | | | | | | | | | | | | |
| Druck: hoch Wind: schwach | 44 | — 3,5. | — 9,7 | 18 | + 3,5 | + 7,6 | 28 | — 3,7 | — 12,5 | 23 | + 2,9 | + 7,7 |
| „ „ „ stark | 20 | — 4,6 | — 10,5 | 4 | + 3,7 | + 7,6 | 2 | — 2,7 | — 5,0 | 7 | + 4,4 | + 7,6 |
| „ mittel „ schwach | 46 | — 3,9 | — 8,5 | 31 | + 2,6 | + 10,3 | 64 | — 2,7 | — 9,5 | 139 | + 3,5 | + 10,7 |
| „ „ „ stark | 27 | — 4,8 | — 15,8 | 6 | + 2,7 | + 6,4 | 11 | — 1,9 | — 4,3 | 32 | + 5,6 | + 12,3 |
| „ tief „ schwach | 11 | — 4,6 | — 10,1 | 8 | + 3,7 | + 9,6 | 18 | — 1,4 | — 3,8 | 64 | + 3,8 | + 11,9 |
| „ „ „ stark | 6 | — 4,4 | — 6,0 | 2 | + 2,8 | + 3,9 | 7 | — 2,7 | — 7,3 | 25 | + 3,9 | + 7,9 |
| Sommer NW und SE | | | | | | | | | | | | |
| Druck: hoch Wind: schwach | 53 | — 2,0 | — 6,1 | 31 | + 2,5 | + 8,0 | 23 | — 2,2 | — 5,4 | 25 | + 2,9 | + 12,1 |
| „ „ „ stark | 47 | — 2,9 | — 9,1 | 16 | + 2,1 | + 4,8 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| „ mittel „ schwach | 92 | — 2,7 | — 8,5 | 66 | + 2,5 | + 10,3 | 32 | — 2,9 | — 7,0 | 102 | + 3,6 | + 12,1 |
| „ „ „ stark | 92 | — 3,7 | — 10,3 | 42 | + 2,4 | + 8,5 | 2 | — 0,5 | — 0,8 | 24 | + 6,4 | + 11,2 |
| „ tief „ schwach | 6 | — 4,9 | — 10,3 | 1 | + 0,8 | + 0,8 | 2 | — 3,1 | — 2,4 | 5 | + 3,9 | + 6,7 |
| „ „ „ stark | 3 | — 5,9 | — 6,4 | 1 | + 1,1 | + 1,1 | 0 | 0,0 | 0,0 | 3 | + 7,6 | + 9,6 |
| Herbst N und S | | | | | | | | | | | | |
| Druck: hoch Wind: schwach | 31 | — 3,2 | — 9,0 | 15 | + 1,6 | + 4,7 | 54 | — 3,1 | — 8,2 | 32 | + 2,0 | + 7,4 |
| „ „ „ stark | 4 | — 3,0 | — 4,3 | 4 | + 1,8 | + 2,9 | 3 | — 2,5 | — 4,0 | 5 | + 4,0 | + 7,6 |
| „ mittel „ schwach | 33 | — 3,3 | — 10,3 | 16 | + 1,9 | + 4,0 | 123 | — 2,5 | — 8,7 | 152 | + 3,0 | + 11,6 |
| „ „ „ stark | 5 | — 2,2 | — 5,0 | 1 | + 2,7 | + 2,7 | 29 | — 2,2 | — 5,0 | 64 | + 3,9 | + 12,9 |
| „ tief „ schwach | 4 | — 3,6 | — 6,9 | 3 | + 2,8 | + 4,5 | 23 | — 2,3 | — 6,0 | 44 | + 3,0 | + 9,0 |
| „ „ „ stark | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | + 0,0 | 9 | — 1,4 | — 3,7 | 48 | + 3,8 | + 8,8 |

Aus der vorstehenden Tabelle folgt zunächst das eine klar hervortretend, dass die Abweichungen meistens bei schwachen Winden Statt gefunden haben. Im Winter hat so der NE bei 28 schwachen Strömungen, dagegen nur 3 Mal bei grosser Stärke erwärmt. Ebenso kühlten 92 schwache SW, aber nur 56 starke Winde dieser Richtung ab. Weiter finden wir die grössten und meisten Abweichungen nur in den ersten drei Fällen, während bei starken Winden und mittlerem Druck und bei allen Winden, die bei kleinem Barometerstand Statt finden, der Charakter der Windrichtung rein hervortritt. Es spricht diess wieder dafür, dass sämmtliche Winde, die hohen Druck begleiten, aus unserer Nähe stammen, ebenso wie schwache Strömungen bei mittlerem Barometerstand, und daher auf die Temperatur nur einen ganz unbedeutenden Einfluss ausüben können.

Die mit NE verbundene Erwärmung im Winter ist selten und klein gegenüber der ziemlich bedeutenden Abkühlung, welche diesen Wind namentlich bei hohem Druck begleitet oder zur Ursache hat. Bis zu 24° kann hier die Temperatur unter die Normale herabgedrückt werden. Dagegen ist die Abkühlung bei SW-Winden häufiger und nicht unbedeutend, bis zu 19° gehend. Das Mittel aus den 56 Fällen der Abkühlung schwacher Winde bei hohem Druck übertrifft sogar das Mittel der Erwärmung aus 127 Fällen bei denselben Verhältnissen.

Im Frühjahr ist dagegen der N schon häufiger und stärker mit Erwärmung verbunden, ebenso wie der S-Wind öftere und starke Abkühlung bringen kann. Noch mehr tritt diese häufig vorkommende Erwärmung bei den relativ kältesten Winden im Sommer hervor.

Durch alle diese Erscheinungen glaube ich den Schluss immer mehr bestätigt zu sehen, dass ausser dem unzweifelhaften Transport der Wärme von Ort zu Ort durch die Luftströmungen noch andere sehr einflussreiche und namentlich bei hohem Druck und bei allen Barometerständen aber schwache Winde einflussreichere Ursachen der unregelmässigen Temperaturschwankungen vorhanden sind. Mir scheint, als ob eine so einfache Schlussfolgerung, wie sie Dr. Köppen an seine Arbeit knüpft, nicht ganz das wahre Wesen der Sache trifft.

Es sei hier nur noch erwähnt, dass im Winter, wo ja die Erwärmung nur durch den Transport der Luft aus wärmeren Gegenden und vielleicht zum Theil auch durch das Freiwerden von Wärme bei Condensation des Wasserdampfes hervorgebracht werden kann, die Erwärmung selten über 10° über die Normaltemperatur hinaus Statt findet. Die Grösse der Erwärmung von 16° über die Normale hat nie Statt gefunden. Beachtet man nun die Thatsache, dass die Temperatur in der Mitte des Atlantischen Oceans in einer Breite von Gibraltar + 15° C im Januar beträgt, demnach um mehr als 15° höher ist als die mittlere Temperatur von Leipzig, und auch eine Abkühlung nicht wesentlich eintreten kann, wenn diese Luft vom Ocean über das Festland weggeht, wegen der grossen Feuchtigkeit dieser Luft, so erkennt man daraus, dass die bedeutende Erwärmung des europäischen Continentes durch Luft von dem unmittelbar angrenzenden Ocean recht gut möglich ist, und dass man dazu nicht eine Strömung direct vom Äquator zu Hülfe zu nehmen braucht.

Der besseren Übersicht halber habe ich die 16punktigen Windrosen in 8punktige zusammengezogen. Es wurde dabei jede Hauptrichtung zwei Mal in Rechnung gebracht. So sind die Zahlen unter der Überschrift NE = $\frac{1}{8}$ (N + NNE + NE + ENE + E), weiter SE = $\frac{1}{8}$ (E + ESE + SE + SSE + S) &c., um in jedem Quadranten die zugehörigen Winde alle verrechnen zu können. Dann wurde zunächst der Einfluss der Windstärke eliminirt, um den des Barometerstandes recht hervortreten zu lassen, weiter der Barometerstand, um die Windstärke mehr in den Vordergrund zu stellen, und endlich sind beide Einflüsse eliminirt, so dass blos die Einwirkung der Richtung des Windes sich zeigt.

Die Resultate sind die folgenden:

*Vierpunktige thermische Windrosen der Jahreszeiten.*

| | | Einfluss von Barometerstand, Windrichtung und Windstärke. | | | | Einfluss von Barometerstand und Windrichtung. | | | | Einfluss von Windstärke und Windrichtung. | | | | Einfluss von Windrichtung allein. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| Winter . . . | 1 | − 5,1 | − 2,8 | + 1,1 | − 1,3 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | − 6,0 | − 1,6 | + 2,8 | − 0,4 | − 5,6 | − 2,2 | + 2,0 | − 0,8 | | | | | | | | |
| | 3 | − 4,1 | − 1,3 | + 1,6 | − 1,7 | | | | | − 3,8 | − 1,0 | + 1,8 | − 1,0 | | | | |
| | 4 | − 5,2 | − 0,8 | + 3,7 | − 0,4 | − 4,7 | − 1,1 | + 2,6 | − 1,0 | | | | | | | | |
| | 5 | − 2,4 | + 1,2 | + 2,7 | − 0,1 | | | | | − 5,2 | − 0,7 | + 3,6 | − 0,3 | | | | |
| | 6 | − 4,3 | + 0,2 | + 4,5 | − 0,3 | − 3,4 | + 0,7 | + 3,6 | − 0,2 | | | | | − 4,5 | − 0,8 | + 2,7 | − 0,7 |
| Frühjahr . . | 1 | − 1,3 | + 0,1 | + 0,1 | − 1,1 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | − 1,4 | + 0,9 | + 0,7 | − 1,3 | − 1,3 | + 0,5 | + 0,4 | − 1,2 | | | | | | | | |
| | 3 | − 0,5 | + 1,4 | + 0,6 | − 1,0 | | | | | − 0,6 | + 1,1 | + 0,7 | − 1,0 | | | | |
| | 4 | − 1,9 | + 1,9 | + 1,5 | − 2,3 | − 1,2 | + 1,7 | + 1,1 | − 1,6 | | | | | | | | |
| | 5 | − 0,1 | + 1,7 | + 1,4 | − 1,0 | | | | | − 1,6 | + 1,5 | + 1,3 | − 2,0 | | | | |
| | 6 | − 1,5 | + 1,7 | + 1,7 | − 2,3 | − 0,8 | + 1,7 | + 1,5 | − 1,6 | | | | | − 1,1 | + 1,3 | + 1,0 | − 1,5 |

| | | Einfluss von Barometerstand, Windrichtung und Windstärke. | | | | Einfluss von Barometerstand und Windrichtung. | | | | Einfluss von Windstärke und Windrichtung. | | | | Einfluss von Windrichtung allein. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| Sommer . . . | 1 | − 0,2 | + 0,9 | + 0,3 | − 1,0 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | − 0,5 | + 1,2 | + 0,2 | − 1,4 | − 0,4 | + 1,1 | + 0,3 | − 1,2 | | | | | | | | |
| | 3 | + 1,1 | + 2,1 | + 0,4 | − 0,6 | | | | | + 0,2 | + 1,5 | + 0,2 | − 0,9 | | | | |
| | 4 | + 0,7 | + 3,5 | 0,0 | − 1,7 | + 0,9 | + 2,8 | + 0,2 | − 1,2 | | | | | | | | |
| | 5 | − 0,1 | + 1,6 | 0,0 | − 1,3 | | | | | + 0,2 | + 2,7 | − 0,4 | − 2,1 | | | | |
| | 6 | + 0,5 | + 3,4 | − 1,3 | − 3,1 | + 0,2 | + 2,5 | − 0,7 | − 2,2 | | | | | + 0,2 | + 2,1 | − 0,1 | − 1,5 |
| Herbst . . . | 1 | − 2,8 | − 1,8 | − 0,1 | − 1,2 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | − 1,9 | − 0,1 | + 1,0 | − 0,7 | − 2,4 | − 1,0 | + 0,4 | − 1,0 | | | | | | | | |
| | 3 | − 1,0 | + 0,2 | + 0,5 | − 0,7 | | | | | − 1,3 | − 0,1 | + 0,4 | − 0,7 | | | | |
| | 4 | − 1,7 | + 0,6 | + 1,3 | − 0,8 | − 1,4 | + 0,4 | + 0,9 | − 0,7 | | | | | | | | |
| | 5 | 0,0 | + 1,2 | + 0,7 | − 0,3 | | | | | − 1,4 | + 0,7 | + 1,2 | − 0,8 | | | | |
| | 6 | − 0,5 | + 1,8 | + 1,3 | − 0,8 | − 0,2 | + 1,5 | + 1,0 | − 0,6 | | | | | + 1,3 | + 0,3 | + 0,8 | − 0,7 |

Endlich finden wir die Resultate auch graphisch dargestellt in den zwei ersten Reihen der Tafel 2. Hier ist durch Pfeile die Richtung des kältesten und wärmsten Windes angegeben. Diese Pfeile beginnen bei hohem Druck vom Stationspunkt, um anzudeuten, dass die Luftbewegung nahe von demselben ausgeht. Bei mittlerem Barometerstand liegt der Stationspunkt in der Mitte der Pfeile. Es kommt hier die Luft von fernen Gegenden und strömt nach dem fernen cyclonalen Centrum hin. Dagegen wenn das Barometer sehr tief steht, ist der Ort des verticalen Stromes, nach welchem die Winde sich hinbewegen, in unserer Nähe, daher die Spitzen der Pfeile dann im Stationspunkt liegen. Die Punkte der Windrose, aus welchen die kältesten und wärmsten Winde kommen, sind durch Einschreiben der zugehörigen Abkühlung oder Erwärmung kenntlich gemacht. Weiter sind alle die Gebiete, aus denen erwärmende Winde kommen, durch einen leichten Farbton von den Gebieten abkühlender Strömungen geschieden. Die Grenzlinien geben die Windrichtungen, bei denen die mittlere Temperatur Statt findet. Es lassen diese beiden Darstellungen mancherlei interessante Thatsachen erkennen.

So fällt namentlich das Verhalten der SE-Winde auf. Schwache Winde aus diesen Gegenden bei hohem Druck kühlen im Winter ziemlich stark ab. Sowie aber das Barometer fällt, verändert sich der Charakter dieses Windes scheinbar sehr merklich, er bringt bei tiefem Barometerstand und schwacher Strömung sogar eine bedeutende Erwärmung hervor. Genau dasselbe zeigt sich im Herbst und ähnlich ist es im Frühjahr und Sommer. Der NW kühlt durchgängig ab, und zwar bei allen Druckverhältnissen gleich stark. Im Frühjahr und Sommer ist die Abkühlung desselben am stärksten, da er ja zu diesen Zeiten sich von dem kühlen Meere nach dem stark erwärmt werdenden und später auch stark erwärmten Festland hin bewegt. Der SW erwärmt fast stets, und zwar im Winter am meisten. Seine erwärmende Eigenschaft nimmt ausser im Sommer und ähnlich im Frühjahr mit fallendem Barometerstand zu. Im Sommer und ähnlich im Frühjahr findet das Umgekehrte Statt, hier tritt eine andere, später zu besprechende Ursache hinzu. Fast genau wie der SE verhält sich der NE-Quadrant. Alle Winde aus diesen Quadranten kühlen bei hohem Druck viel stärker ab, als bei geringerem. Ja, es geht hier sogar im Sommer die Abkühlung in eine Erwärmung über, wenn das Barometer fällt.

Dr. Köppen legt auf das Verhalten des SE ein grosses Gewicht, er glaubt die Ursache darin suchen zu müssen, dass die SE-Winde bei hohem Druck mehr aus E, dagegen bei tiefem aus S kommen, und hat darin eine Begründung, dass die Extreme durch den Wechsel der cyclonalen und anticyclonalen Gebiete verschoben erscheinen. Es sind diess aber Resultate aus nur 2jährigen Beobachtungen. Mir scheint aus meinen Resultaten hervorzugehen, dass sich die Sache anders verhält. Wenn man die ganzen Resultate übersieht, so hat es den Anschein, als ob im ganzen Jahre bei hohem Druck durchgängig die Temperatur tiefer wäre als bei anderen Druckverhältnissen. Schwache Winde bei hohem Druck können im Herbst die Temperatur überhaupt nicht über die Normale erhöhen. Denkt man sich die Windrosen als Curven über eine gerade Axe aufgetragen, so sehen sich diese Curven sehr ähnlich, liegen aber um so höher, je tiefer das Barometer steht, die Erwärmung wird grösser, die Abkühlung meist kleiner. Da kann es nicht Wunder nehmen, wenn die Schnitte dieser Curven bei hohem Druck nach S hinfallen und daher der SE bald Erwärmung, bald Abkühlung bringt, ohne seinen Charakter in der Wirklichkeit zu ändern. Es ist also die Ursache des Verhaltens des SE nicht in seiner Abstammung, sondern in derjenigen Ursache zu suchen, welche überhaupt bei hohem Druck alle Winde kälter erscheinen lässt, als bei tiefem.

Ganz dasselbe geht aus den graphischen Darstellungen der Tafel 2 hervor. Bei hohem Druck ist meistens die Region, aus welcher erwärmende Winde kommen, kleiner als bei anderen Druckverhältnissen. Am grellsten tritt diess im Herbst hervor. Hier können im Fall 1 nur Winde zwischen W und SW erwärmen, und nur höchstens um 0,5°, während alle andere Winde abkühlen. Bei starkem Wind wird das Gebiet der Erwärmung schon grösser und überwiegt bei tiefem Barometerstand ebenso sehr, als es bei

hohem zurücktrat. Der Winter zeigt dasselbe und nahe auch der Frühling, und macht hier nur der Sommer eine Ausnahme insofern, als hier das grösste Erwärmungsgebiet bei mittleren Druckverhältnissen sich zeigt.

Das Anwachsen der Erwärmungsgebiete erfolgt weiter nicht blos nach einer Seite hin, wie diess nach der Theorie des Herrn Dr. Köppen sein müsste, sondern nach rechts und links hin. Wäre weiter Köppen's Ansicht richtig, so würde mit dem Übergang aus anticyclonalem in das cyclonale Gebiet einfach eine Drehung der Erwärmungsgebiete eintreten, die sich aber im Winter absolut nicht constatiren lässt, und in den anderen Jahreszeiten nur schwach angedeutet erscheint. Es ist diese Ausbreitung der Erwärmungsgebiete mit fallendem Barometer eine ganz eigenartige Erscheinung. Auch die einzelnen Quadranten verhalten sich eigenthümlich. Im Winter ist der NE-Quadrant vom Erwärmungsgebiet vollständig ausgeschlossen, dagegen kommen bei den verschiedenen Druckverhältnissen alle anderen Quadranten in dasselbe. Der SE-Quadrant ist nur bei schwachen Winden bei hohem Druck ganz frei von Erwärmung, kommt aber um so mehr hinein, je mehr das Barometer fällt, um im 5. Fall ganz im Erwärmungsgebiet zu liegen. Der SW-Quadrant gehört im Winter bei allen Druckverhältnissen in's Erwärmungsgebiet, und ebenso stets mehr oder weniger der anstossende Theil des NW-Quadranten. Im Frühjahr ist der NW-Quadrant ganz frei von Erwärmung, der NE-Quadrant in den meisten Fällen. Hier fällt das Erwärmungsgebiet vorzugsweise in die südliche Hälfte der Windrose. Der Sommer unterscheidet sich dadurch, dass hier der NE-Quadrant ganz bedeutend, im dritten und häufigsten Fall sogar vollständig mit dem Erwärmungsgebiet überdeckt ist. Ganz frei davon bleibt hier nur der NW-Quadrant. Im Herbst ist kein Quadrant ganz frei vom Erwärmungsgebiet. Es ist also vorzugsweise der NW-Quadrant, welcher im ganzen Jahr entweder vollständig oder zum Theil vom Erwärmungsgebiet frei ist, mehr als der NE-Quadrant, was der herrschenden Ansicht entgegen ist.

Als Resultat können wir daher bis jetzt ansehen, dass die Sonderung der Beobachtungen in drei Gruppen nach den Barometerständen die Lagen der Extreme nahezu als von den Witterungszuständen unbeeinflusst und mit den auf gewöhnliche Weise gefundenen übereinstimmend erscheinen lässt. Ein Unterschied zeigt sich nur darin, dass die abkühlenden Winde bei hohem Druck die Temperatur meist stärker erniedrigen als bei tiefem, während die erwärmenden im ersten Falle schwächer wirken als im zweiten. Es ist überhaupt die Temperatur bei hohem Barometerstand bei den meisten Winden geringer als bei tiefem. Daher kommt es, dass die Zwischenwinde, namentlich aus dem SE-Quadranten ihren Charakter zu verändern scheinen, in Wirklichkeit aber nahezu beibehalten.

## III. Windrosen der Dunstspannung.

Die Menge des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes, ausgedrückt durch die Spannkraft desselben in Millimeter Quecksilbersäule, hat in den 15 Jahren 1861 bis 1875 von 0,4 bis 28,4 geschwankt. Es hat die Veränderung dieser Grösse eine tägliche und jährliche Periode, deren Grösse wir hier folgen lassen, um den Vergleich der regelmässigen mit den unregelmässigen Schwankungen zu erleichtern.

*Monatsmittel der Dunstspannungen und Abweichungen davon zu den Beobachtungsstunden.*

| | Mittel. | Abweichung 6 a. m. | Abweichung 2 p. m. | Abweichung 10 p. m. |
|---|---|---|---|---|
| Januar | 3,9 | + 0,2 | + 0,2 | 0,0 |
| Februar | 4,2 | — 0,3 | + 0,3 | 0,0 |
| März | 4,9 | — 0,3 | + 0,3 | 0,0 |
| April | 6,0 | — 0,3 | + 0,2 | + 0,1 |
| Mai | 7,9 | — 0,2 | + 0,1 | + 0,1 |
| Juni | 10,0 | — 0,2 | 0,0 | + 0,2 |
| Juli | 11,1 | — 0,1 | — 0,1 | + 0,2 |
| August | 10,7 | — 0,2 | 0,0 | + 0,2 |
| September | 8,9 | — 0,4 | + 0,3 | + 0,1 |
| October | 6,9 | — 0,5 | + 0,6 | — 0,1 |
| November | 5,0 | — 0,2 | + 0,3 | — 0,1 |
| December | 4,1 | — 0,1 | + 0,2 | — 0,1 |

Es ist also die regelmässige Veränderung der Dunstspannung nicht gross, sie beträgt in der jährlichen Periode etwa 7 bis 8 mm, das ist ca der vierte Theil der überhaupt beobachteten Schwankungen dieser Grösse. Noch kleiner ist die Schwankung in der täglichen Periode, und ist diess nicht auffällig, da bei Mangel an grossen Wasserflächen, trotz der grösseren Wärme am Tage, eine wesentliche Zunahme der Feuchtigkeit nicht erfolgen kann. Die regelmässigen Veränderungen der absoluten Feuchtigkeit lassen sich leicht erklären und können wir hier darüber hinweggehen.

Die unregelmässigen Schwankungen der absoluten Feuchtigkeit werden wohl vorzugsweise von der Strömung der Luft und in dem Wechsel des Ursprunges der über uns dahinziehenden Winde abhängig sein. Eine Zusammenstellung der Dunstspannungen nach den verschiedenen Windrichtungen ergab folgende Resultate:

*Vierpunktige Windrosen der absoluten Feuchtigkeit und die Lagen und Grössen ihrer Extreme.*

| | NE | SE | SW | NW | Maximum | | Minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | — 1,2 | — 0,3 | + 0,8 | — 0,4 | SW | + 1,1 | NE | — 1,4 |
| Februar | — 1,2 | — 0,4 | + 0,5 | — 0,3 | WSW | + 0,6 | ENE | — 1,4 |
| März | — 0,7 | — 0,1 | + 0,1 | — 0,7 | S | + 0,4 | NNW | — 0,9 |
| April | — 0,2 | + 0,2 | + 0,4 | — 0,4 | SW | + 0,6 | NNW | — 0,5 |
| Mai | — 1,0 | + 0,4 | + 0,5 | — 1,1 | SSW | + 1,1 | NNW | — 1,4 |
| Juni | — 0,3 | + 0,4 | + 0,5 | — 0,4 | S | + 0,9 | NW | — 0,5 |

| | NE | SE | SW | NW | Maximum | | Minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juli . . | + 0,4 | + 0,6 | + 0,3 | − 0,4 | S | + 0,9 | NW | − 0,6 |
| August . . | − 0,1 | + 0,5 | + 0,1 | − 0,6 | SSE | + 0,6 | NW | − 0,7 |
| September . | − 0,8 | + 0,1 | + 0,2 | − 0,7 | S | + 0,7 | N | − 0,9 |
| October . | − 0,8 | − 0,5 | + 0,3 | − 0,1 | WSW | + 0,4 | E | − 0,9 |
| November . | − 0,7 | − 0,1 | + 0,4 | − 0,2 | SW | + 0,6 | NE | − 0,8 |
| December . | − 1,1 | − 0,4 | + 0,4 | − 0,5 | WSW | + 0,7 | NE | − 1,3 |

Man erkennt, dass auch der von der Winrichtung abhängige Theil der unregelmässigen Änderungen der Dunstspannung nicht sehr bedeutend ist. Es kann der feuchteste Wind dieselbe nur im Januar und Mai um 1,1 mm über das Mittel erheben, in keinem Monat der trockenste Wind um 1,5 herabdrücken. Es ist nicht möglich, hier sich eine Vorstellung davon zu machen, ob diese Variation gross oder klein ist gegenüber den in den einzelnen Monaten beobachteten mittleren Schwankungen, es fehlen darüber Zusammenstellungen, wie ich dieselben bei der Temperatur zur Verfügung hatte. So lässt sich auch leider nicht daraus ersehen, ob ausser der Windrichtung noch andere Ursachen auf die absolute Feuchtigkeit der Luft einwirken.

Als Resultat der obenstehenden Tabelle ersieht man weiter, dass es hauptsächlich die Winde aus der nördlichen Hälfte der Windrose sind, welche sich durch Trockenheit auszeichnen. Der SE-Quadrant ist im Herbst und Winter trockener als im Frühjahr und Sommer, was auch beim NE-Quadranten sich angedeutet findet. Die Lage der Extreme fällt in den Wintermonaten mit denen der thermischen Windrose auf NE und SW. Es findet eine Drehung nach dem Sommer hin ähnlich wie bei der Temperatur Statt, aber nur das Minimum der Dunstspannung geht wirklich bis NW, während das Maximum in S stehen bleibt. Auch diese Resulate sind nicht neu und lassen sich leicht erklären.

Um nun den Einfluss der verschiedenen Witterungsverhältnisse zu untersuchen, wurde eine ähnliche Unterscheidung wie bei der Temperatur eingeführt. Aber es hatte sich gezeigt, dass das Arbeitsquantum zu enorm geworden wäre, wenn die Behandlung der anderen Elemente genau wie die der Temperatur ausgeführt hätte werden sollen, so dass ich mich zu einer Kürzung entschloss. Es wurden nur die Mittel aus den drei Beobachtungen eines jeden Tages benutzt und nach dem Mittel aus den drei beobachteten Windrichtungen, sowie dem mittleren beobachteten Barometerstand geordnet. Auch der Unterschied der Windstärke wurde nicht berücksichtigt. Das ganze Verfahren leidet nur an dem einen Übelstand, dass in einigen Fällen es schwer war, die mittlere Windrichtung zu bestimmen, da die Drehungsrichtung nicht sicher ermittelt werden konnte.

Über die sonstige Berechnung ist weiter nichts hinzuzufügen, als dass die Beobachtungen nach hohem (A), mittlerem (B) und tiefem (C) Barometerstand getrennt und nach den Windrichtungen zusammengestellt und zu Mitteln vereinigt wurden. Die so erhaltenen Mittel wurden in ein Coordinatennetz eingetragen und darunter in einer zweiten Curve die Anzahl der beobachteten Fälle. Dann fand eine graphische Ausgleichung Statt, derart, dass die auf den häufigsten Beobachtungen beruhenden Curvenpunkte als sicher bestimmt angenommen wurden und die Curve darnach gezogen wurde. Die Resultate, wie sie aus der Ablesung der Ordinaten dieser ausgeglichenen Curve sich ergaben, giebt die folgende Tabelle.

*Windrosen der Dunstspannung.*

| | | N 16 | 1 | 2 | 3 | E 4 | 5 | 6 | 7 | S 8 | 9 | 10 | 11 | W 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Mittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | A | 2,9 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,3 | 4,0 | 3,7 | 3,2 | 2,9 | |
| | B | 3,1 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 4,6 | 4,9 | 4,9 | 4,6 | 4,2 | 3,7 | 3,3 | 3,1 | 4,1 mm |
| | C | 3,6 | 3,5 | 3,1 | 3,4 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,6 | 4,9 | 5,0 | 4,8 | 4,4 | 3,9 | 3,7 | 3,6 | 3,6 | |
| Frühj. | A | 5,6 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 5,7 | 5,5 | 5,7 | 5,9 | 6,1 | 6,2 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 5,8 | 5,6 | |
| | B | 5,8 | 6,2 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,8 | 6,5 | 6,5 | 6,9 | 7,2 | 6,9 | 6,5 | 6,3 | 6,2 | 6,0 | 6,0 | 5,8 | 6,2 |
| | C | 5,2 | 5,4 | 5,7 | 5,8 | 5,7 | 6,1 | 6,4 | 6,5 | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,2 | 5,5 | 5,2 | |
| Sommer | A | 9,5 | 9,6 | 9,7 | 9,7 | 9,8 | 9,5 | 9,8 | 10,6 | 11,1 | 11,2 | 10,9 | 10,4 | 10,0 | 9,5 | 9,2 | 9,3 | 9,5 | |
| | B | 11,0 | 11,2 | 11,2 | 11,1 | 11,0 | 11,1 | 11,2 | 11,5 | 11,4 | 11,2 | 10,9 | 10,4 | 10,2 | 10,2 | 10,1 | 10,2 | 11,0 | 10,6 |
| | C | 10,2 ? | 10,6 ? | 11,0 ? | 11,2 | 10,2 | 10,6 | 11,6 | 11,9 | 11,5 | 10,6 | 10,0 | 10,2 | 9,9 | 9,6 | 9,7 ? | 9,9 ? | 10,2 ? | |
| Herbst | A | 6,6 | 6,6 | 6,3 | 6,0 | 5,8 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,6 | 6,6 | 6,7 | 6,9 | 7,1 | 6,8 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | |
| | B | 6,0 | 5,7 | 6,4 | 7,2 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 7,8 | 7,8 | 7,3 | 7,2 | 6,8 | 6,6 | 6,2 | 6,0 | 6,9 |
| | C | 6,4 ? | 6,6 ? | 6,2 ? | 6,0 | 6,4 | 6,9 | 7,0 | 6,8 | 6,9 | 6,9 | 6,5 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 5,8 | 5,8 | ? 6,4 | |
| Jahr | A | 6,5 | 6,2 | 5,6 | 5,2 | 5,1 | 5,7 | 5,8 | 5,4 | 5,6 | 5,9 | 5,9 | 6,5 | 6,8 | 6,9 | 7,0 | 6,7 | 6,5 | |
| | B | 7,4 | 7,2 | 6,9 | 6,8 | 7,0 | 7,8 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 8,0 | 8,1 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 7,0 |
| | C | 5,0 | 4,7 | 5,2 | 5,5 | 5,7 | 6,3 | 6,3 | 6,2 | 6,4 | 6,8 | 6,3 | 6,2 | 6,0 | 5,6 | 5,3 | 5,1 | 5,0 | |

Für jede Jahreszeit ist das Mittel beigefügt.

Eine gute Übersicht über die Resultate dieser Tabelle giebt deren graphische Darstellung in der dritten Reihe der Tafel 2. Es ist diese Darstellung analog der der Temperatur vorgenommen worden und bedarf daher keiner weiteren Erklärung. Die schwarz angelegten Gebiete sind die besonders feuchten Gegenden der Windrose. Wir lassen auch hier eine Tafel der vierpunktigen Rosen folgen, welche die Resultate gut zu übersehen gestattet. Zu dieser Tafel sind sowohl die zu den einzelnen Windrichtungen gehörigen Mittel, als auch deren Abweichung von dem Quartalsgesammtmittel angegeben.

*Vierpunktige Windrosen der Dunstspannung.* Quartals- und Jahresmittel der zu den Windrichtungen gehörigen Dunstspannungen und Abweichungen derselben von den Normalmitteln.

| Jahreszeit. | Barometerstand. | Grösse der Dunstspannung in mm | | | | Abweichungen von den Normalmitteln. | | | | Durchschnittsrosen. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| | hoch | 2,7 | 3,1 | 4,2 | 3,6 | — 1,4 | — 1,0 | + 0,1 | — 0,5 | | | | |
| Winter . . . | mittel | 3,1 | 3,8 | 5,0 | 4,1 | — 1,0 | — 0,3 | + 0,9 | 0,0 | 2,9 | 3,7 | 4,6 | 3,7 |
| | tief | 3,5 | 4,2 | 4,7 | 3,8 | — 0,6 | + 0,1 | + 0,6 | — 0,3 | — 1,2 | — 0,4 | + 0,5 | — 0,4 |
| | hoch | 5,4 | 5,5 | 6,0 | 5,9 | — 0,8 | — 0,7 | — 0,2 | — 0,3 | | | | |
| Frühjahr . . | mittel | 6,2 | 6,6 | 6,8 | 6,1 | 0,0 | + 0,4 | + 0,6 | — 0,1 | 5,7 | 6,5 | 6,6 | 5,5 |
| | tief | 5,6 | 6,2 | 6,0 | 5,2 | — 0,6 | 0,0 | — 0,2 | — 1,0 | — 0,5 | + 0,3 | + 0,4 | — 0,7 |
| | hoch | 9,7 | 10,2 | 10,7 | 9,5 | — 0,9 | — 0,4 | + 0,1 | — 1,1 | | | | |
| Sommer . . . | mittel | 11,1 | 11,2 | 10,8 | 10,3 | + 0,5 | + 0,6 | + 0,2 | — 0,3 | 10,6 | 11,1 | 10,9 | 10,2 |
| | tief | 10,6 | 11,2 | 10,4 | 9,9 | 0,0 | + 0,6 | — 0,2 | — 0,7 | 0,0 | 0,5 | + 0,3 | — 0,4 |
| | hoch | 6,3 | 6,3 | 6,8 | 6,6 | — 0,6 | — 0,6 | — 0,1 | — 0,3 | | | | |
| Herbst . . . | mittel | 6,5 | 7,3 | 7,5 | 6,6 | — 0,4 | + 0,4 | + 0,6 | — 0,3 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 6,6 |
| | tief | 6,3 | 6,8 | 6,5 | 6,0 | — 0,6 | — 0,1 | — 0,4 | — 0,9 | — 0,7 | — 0,1 | + 0,3 | — 0,3 |
| | hoch | 5,7 | 5,5 | 6,1 | 6,8 | — 1,3 | — 1,5 | — 0,9 | — 0,2 | | | | |
| Jahr . . . . | mittel | 7,1 | 7,5 | 7,9 | 7,5 | + 0,1 | + 0,4 | + 0,9 | + 0,5 | 6,3 | 7,0 | 7,3 | 6,5 |
| | tief | 5,2 | 6,2 | 6,3 | 5,4 | — 1,8 | — 0,8 | — 0,7 | — 1,6 | — 0,7 | 0,0 | + 0,3 | — 0,5 |

Wenn wir die Resultate übersehen, so tritt uns hier der enorme Einfluss des Barometerstandes entgegen. Man erkennt, dass im Jahresmittel sowohl bei hohem als bei tiefem Barometerstand bei allen Winden ohne Ausnahme die Feuchtigkeit unter dem Mittel liegt. Dagegen ist ebenfalls fast bei allen Winden, wenn mittlerer Luftdruck herrscht, die Luft zu feucht. Dass diess bei hohem Druck eintritt, ist leicht einzusehen, und beruht einfach darauf, dass die Winde dann in unserer nächsten Nähe über festem Land entstehen. Die Winde bei mittlerem Druck stammen schon weiter her; es kommen namentlich die westlichen Strömungen vom Meer und sind deshalb ziemlich feucht. Die östlichen Winde sind wesentlich trockener, was sich aus ihrem Ursprung erklären lässt. Dass die Winde bei tiefem Druck so trocken sind, ist eine eigenthümliche Erscheinung, und kann seine Erklärung darin finden, dass, wie wir später sehen werden, der niedere Druck mit sehr häufigen und ausgiebigen Niederschlägen verbunden ist. Wie man aus der graphischen Darstellung ersieht, treten diese Erscheinungen auch in den einzelnen Jahreszeiten, wenn auch etwas abgeschwächt, hervor.

Im Winter ist bei hohem Druck das feuchte Gebiet der Windrose ziemlich klein und stimmt nahe mit dem warmen überein. Wir finden auch nahezu dieselbe Ausbreitung des feuchten und des warmen Gebietes, mit dem Unterschied, dass bei tiefem Druck das feuchte Gebiet eher etwas kleiner wird, während die warme Region sich entschieden mehr ausbreitet. Die Extreme in der Windrose haben bei allen Druckverhältnissen dieselbe Lage, am trockensten ist der NE-, am feuchtesten der SW-Quadrant.

Im Frühjahr zeigt sich zunächst dieselbe Drehung des feuchten Gebietes wie des warmen. Es zeichnen sich aber hier die den hohen Druck begleitenden Winde durch besondere Trockenheit aus, und kann nur der WNW die mittlere Dunstspannung hervorbringen. Es ist aber auch die Trockenheit der E-Winde nicht allzu bedeutend. Sehr gross ist der Wassergehalt bei mittleren Druckverhältnissen, namentlich sind hier die S-Winde die Träger der Feuchtigkeit. Aber auch die nördlichen Strömungen haben wenig trockenen Charakter. Auffallend tritt hier die bedeutende Trockenheit der WNW bei tiefem Druck hervor, wie überhaupt das ganze Zurückgehen des feuchten Gebietes. Die Lage der Extreme schwankt im Frühjahr sehr bedeutend mit dem Druck. Das Maximum, welches bei hohem Druck fast rein im Westen liegt, geht bis nach SE mit fallendem Barometer, während das Minimum eine ähnliche Drehung erleidet. Ganz ähnlich, wenn auch schwächer, zeigt sich diess bei der thermischen Windrose.

Im Sommer haben wir auch bei hohem Druck ein feuchtes Gebiet in SSW. Wir finden wieder die bedeutende Ausdehnung desselben, aber nur nach rechts, wenn der Druck abnimmt. Tiefer Druck zeigt zwei feuchte Gebiete, das eine in SSE, das andere dagegen in NE. Die Lage der Extreme ist hier nahe constant.

Der Herbst hat seine besondere Eigenthümlichkeit. Es ist hier das kleine feuchte Gebiet bei hohem Druck rein im Westen, bei tiefem dagegen in SSE. Demnach sind auch hier die Lagen der Extreme sehr gedreht.

Allgemein fällt aber die geringe Änderung in der Dunstspannung auf, wie dieselbe aus den Tabellen zur Genüge hervorgeht.

# IV. Windrosen der relativen Feuchtigkeit.

Von grösserem Interesse als die Dunstspannung für klimatische Untersuchungen ist wohl die relative Feuchtigkeit. Es muss dieses Element ziemlichen Schwankungen unterliegen, da es ja von der Temperatur und der absoluten Feuchtigkeit abhängig ist. Die Fälle, dass die Luft vollständig gesättigt ist, kommen zu jeder Jahreszeit nicht selten vor. Ganz trocken ist dagegen die Luft nie, der geringste Gehalt an Wasserdampf, der überhaupt beobachtet wurde, betrug immer noch 18 %. Doch kommt es selten vor, dass die relative Feuchtigkeit unter 20 % sinkt. Einen Überblick über die regelmässigen Schwankungen, denen dieses Element unterliegt, zeigt folgende Tabelle.

*Jährliche und tägliche Periode der relativen Feuchtigkeit.*

| | Monatsmittel. | Abweichungen davon. 6 a. m. | 2 p. m. | 10 p. m. |
|---|---|---|---|---|
| Januar . . | 87 | + 3 | — 5 | + 2 |
| Februar . . | 84 | + 4 | — 7 | + 3 |
| März . . . | 81 | + 7 | — 11 | + 4 |
| April . . . | 75 | + 11 | — 16 | + 5 |
| Mai . . . | 72 | + 11 | — 17 | + 6 |
| Juni . . . | 73 | + 10 | — 16 | + 6 |
| Juli . . . | 72 | + 12 | — 18 | + 6 |
| August . . | 74 | + 13 | — 20 | + 7 |
| September . | 76 | + 13 | — 19 | + 6 |
| October . . | 82 | + 9 | — 14 | + 5 |
| November . | 86 | + 4 | — 7 | + 3 |
| December . | 88 | + 2 | — 4 | + 2 |

Es geht daraus hervor, dass bei der relativen Feuchtigkeit die Änderung in der jährlichen Periode wesentlich kleiner ist, als in der täglichen Periode. Der Grund ist leicht einzusehen. Mit dem Anwachsen der Temperatur nimmt auch die Dunstspannung zu, wenn auch langsamer, weshalb im Frühjahr und Sommer die relative Feuchtigkeit abnimmt. Wenn der Winter kommt, so ist genug Wasserdampf vorhanden, daher jetzt mit abnehmender Temperatur die relative Feuchtigkeit wächst. Den Tag über bleibt die Dunstspannung aber nahezu constant, daher ein ziemlicher Wechsel in der relativen Feuchtigkeit mit der Temperaturänderung eintreten muss, so dass in den Sommermonaten eine Änderung dieser Grösse um mehr als 30 % von Morgens 6 bis Nachmittags 2 Uhr eintreten kann.

Die unregelmässigen Änderungen der relativen Feuchtigkeit werden möglicherweise von der Windrichtung beeinflusst werden. Es ergab eine Zusammenstellung der beobachteten Tagesmittel nach den Tagesmitteln der Windrichtung folgende Resultate.

*Vierpunktige Windrosen der relativen Feuchtigkeit in Abweichungen von den Monatsmitteln.*

| | Quadrant. NE | SE | SW | NW | Maxima. Lage | Grösse | Minima. Lage | Grösse |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . | + 4 | 0 | — 2 | + 2 | NNE | + 6 | SW | — 2 |
| Februar . | + 5 | 0 | — 3 | 0 | NE | + 6 | SW | — 3 |
| März . . | + 3 | — 3 | — 1 | + 3 | NNE | + 5 | SE | — 3 |
| April . . | — 2 | — 4 | + 1 | + 1 | W | + 3 | ESE | — 4 |
| Mai . . | — 4 | — 5 | 0 | + 1 | W | + 3 | SE | — 6 |
| Juni . . | — 1 | — 4 | + 2 | + 3 | WNW | + 3 | ESE | — 6 |
| Juli . . | — 2 | — 4 | + 2 | 0 | SW | + 3 | ESE | — 7 |
| August . | — 1 | — 4 | + 1 | + 2 | WNW | + 2 | ESE | — 5 |
| September | + 2 | — 2 | 0 | + 2 | N | + 3 | SE | — 3 |
| October | + 3 | — 1 | 0 | + 6 | NNW | + 7 | S | — 2 |
| November | + 5 | + 2 | — 2 | + 1 | N | + 6 | SW | — 3 |
| December | + 2 | 0 | — 2 | + 2 | N | + 4 | SW | — 3 |

Aus allen diesen Resultaten ist zu ersehen, dass der Einfluss der Windrichtung zwar ziemlich klar hervortritt, aber nicht sehr bedeutend ist. In den kalten Monaten kann der feuchteste Wind, welcher fast reiner N ist, die relative Feuchtigkeit um etwa 6 bis 7 % über die Normale erhöhen, während die Verminderung dieser Grösse durch S-Winde sehr klein ist. Im Sommer sind die sehr warmen E- bis S-Winde im Stande, die Luft relativ trocken zu machen. Es geht auch hieraus hervor, dass nicht nur die Windrichtung allein den unregelmässigen Wechsel in der relativen Feuchtigkeit bewirkt, sondern dass auch hier andere Ursachen mit einwirken.

Es wurden deshalb auch hier die Beobachtungen nach Barometerständen in drei Gruppen getheilt, und jede Gruppe für sich bearbeitet, wie diess schon bei der absoluten Feuchtigkeit ausführlicher erwähnt wurde. Die Resultate nach der graphischen Ausgleichung sind folgende:

*Windrosen der relativen Feuchtigkeit.*

| | | N 16 | 1 | NE 2 | 3 | E 4 | 5 | SE 6 | 7 | S 8 | 9 | SW 10 | 11 | W 12 | 13 | NW 14 | 15 | N 16 | Quartalsmittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | A | 90 | 89 | 89 | 88 | 87 | 88 | 86 | 85 | 86 | 87 | 87 | 86 | 86 | 86 | 87 | 89 | 90 | |
| | B | 89 | 89 | 91 | 92 | 87 | 87 | 88 | 87 | 85 | 83 | 82 | 84 | 86 | 87 | 89 | 90 | 89 | 86 % |
| | C | 93 | 93 | 93 | 92 | 90 | 88 | 87 | 85 | 83 | 82 | 82 | 84 | 86 | 89 | 93 | 94 | 93 | |
| Frühj. | A | 75 | 74 | 74 | 75 | 70 | 68 | 71 | 75 | 76 | 76 | 76 | 76 | 77 | 77 | 77 | 76 | 75 | |
| | B | 76 | 77 | 79 | 76 | 71 | 70 | 72 | 72 | 72 | 73 | 75 | 77 | 78 | 78 | 78 | 77 | 76 | 76 % |
| | C | 85 | 85 | 84 | 82 | 81 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 78 | 80 | 82 | 84 | 84 | 85 | 85 | |
| Sommer | A | 70 | 71 | 70 | 66 | 63 | 64 | 66 | 69 | 71 | 73 | 74 | 75 | 73 | 70 | 68 | 70 | 70 | |
| | B | 77 | 75 | 73 | 71 | 68 | 66 | 67 | 71 | 73 | 74 | 76 | 76 | 74 | 75 | 77 | 78 | 77 | 73 % |
| | C | 77 | 80 | 75 | 67 | 65 | 67 | 69 | 72 | 74 | 76 | 76 | 76 | 75 | 74 | 75 | 76 | 77 | |
| Herbst | A | 82 | 83 | 82 | 80 | 78 | 77 | 78 | 81 | 82 | 81 | 80 | 80 | 81 | 82 | 83 | 82 | 82 | |
| | B | 91 | 90 | 89 | 85 | 84 | 82 | 80 | 80 | 80 | 79 | 79 | 80 | 81 | 83 | 87 | 90 | 91 | 81 % |
| | C | ? 92 | ? 90 | ? 89 | 90 | 90 | 87 | 85 | 83 | 82 | 80 | 80 | 83 | 87 | 91 | 92 | 93 | ? 92 | |
| Jahr | A | 78 | 79 | 79 | 78 | 76 | 74 | 76 | 80 | 80 | 78 | 82 | 81 | 79 | 80 | 76 | 77 | 78 | |
| | B | 80 | 80 | 82 | 80 | 77 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 81 | 80 | 79 % |
| | C | 81 | 83 | 82 | 80 | 77 | 76 | 76 | 78 | 79 | 78 | 78 | 79 | 79 | 79 | 79 | 81 | 81 | |

Wir finden auf Tafel 2 in der vierten Reihe auch diese Tafel graphisch dargestellt und geben weiter dieselbe auf vier Windrichtungen nach der früher erwähnten Weise reducirt.

*Vierpunktige Windrosen der relativen Feuchtigkeit.* Quartals- und Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit in den Quadranten der Windrose sowie Abweichungen derselben von den Normalmitteln.

| Jahresmittel. | Barometer-stand. | Grösse der relativen Feuchtigkeit in Procenten. | | | | Abweichungen von den Normalmitteln. | | | | Durchschnittsrosen, Grösse und Abweichungen. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| | hoch | 89 | 86 | 87 | 88 | + 3 | 0 | + 1 | + 2 | | | | |
| Winter . . . | mittel | 90 | 87 | 84 | 88 | + 4 | + 1 | — 2 | + 2 | 90 | 86 | 84 | 87 |
| | tief | 92 | 87 | 83 | 91 | + 6 | + 1 | — 3 | + 5 | + 4 | 0 | — 2 | + 1 |
| | hoch | 74 | 72 | 76 | 76 | — 2 | — 4 | 0 | 0 | | | | |
| Frühjahr. . . | mittel | 76 | 71 | 75 | 77 | 0 | — 5 | — 1 | + 1 | 75 | 72 | 76 | 78 |
| | tief | 83 | 80 | 79 | 84 | + 7 | + 4 | + 3 | + 8 | — 1 | — 4 | 0 | + 2 |
| | hoch | 68 | 67 | 73 | 70 | — 5 | — 6 | 0 | — 3 | | | | |
| Sommer . . . | mittel | 73 | 69 | 75 | 76 | 0 | — 4 | + 2 | + 3 | 71 | 69 | 75 | 75 |
| | tief | 73 | 69 | 75 | 75 | 0 | — 4 | + 2 | + 2 | — 2 | + 4 | + 2 | + 2 |
| | hoch | 81 | 79 | 81 | 82 | 0 | — 2 | 0 | + 1 | | | | |
| Herbst . . . | mittel | 88 | 81 | 80 | 86 | + 7 | 0 | — 1 | + 5 | 85 | 81 | 81 | 85 |
| | tief | 90 | 85 | 82 | 91 | + 9 | + 4 | + 1 | +10 | + 4 | 0 | 0 | + 4 |
| | hoch | 78 | 77 | 79 | 76 | — 1 | — 2 | 0 | — 3 | | | | |
| Jahr . . . . | mittel | 80 | 77 | 78 | 80 | + 1 | — 2 | — 1 | + 1 | 80 | 77 | 79 | 81 |
| | tief | 81 | 77 | 79 | 80 | + 2 | — 2 | 0 | + 1 | + 1 | — 2 | 0 | + 2 |

Nach der letzteren Tabelle ist allgemein im Jahr der NW relativ am feuchtesten, der SE am trockensten, während absolut am feuchtesten der SW und am trockensten der NE ist. Übereinstimmend zeigt sich aber, dass im Jahr bei hohem Barometerstand die Luft sehr trocken ist, die relative Feuchtigkeit überschreitet in keinem Quadranten das Mittel bedeutend. Die grösste relative Feuchtigkeit haben alle Winde bei tiefem Barometerstand.

Sehen wir uns die Quartale näher an, so erkennen wir, dass im Allgemeinen die Gebiete grösster relativer Feuchtigkeit mit denen der niedrigsten Temperatur zusammenfallen, dass also die Änderung der relativen Feuchtigkeit hauptsächlich von der Temperatur der Winde abhängt.

Es sind hauptsächlich die nördlichen Quadranten, welche grosse relative Feuchtigkeit besitzen. Bei diesen Strömungen tritt auch in allen Jahreszeiten deutlich die Zunahme der relativen Feuchtigkeit bei Abnahme des Luftdruckes hervor. Schwächer schon ist dieselbe im SE-Quadranten, wo sie im Sommer fast verschwunden ist. Der SW-Quadrant zeigt im Winter das entgegengesetzte Verhalten, hier wird die Luft relativ trockener, wenn das Barometer sinkt. Es sollte diess eigentlich die Regel sein, da wir ja gesehen haben, dass bei tiefem Barometerstand die Winde wesentlich wärmer als bei hohem sind, und die Dunstspannung mindestens nicht grösser als bei hohem Druck ist. **Mithin sollte eine starke Abnahme des Barometerstandes eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit bewirken.** Bei der enorm erwärmenden Kraft des SW im Winter tritt diess deutlich hervor, und zeigt sich angedeutet bei den ebenfalls sehr warmen SE-Winden im Sommer. Sonst finden wir aber stets das Gegentheil von dem, was man erwarten sollte, und zwar in scharf ausgeprägter Weise.

Ich muss offen gestehen, dass ich mir diese eigenthümliche Erscheinung nicht zu erklären vermag.

## V. Windrosen der Bewölkung.

Die Bewölkung des Himmels wird ausgedrückt durch Zahlen von 0 bis 10; 0 bedeutet vollständig wolkenfreien und 10 ganz bedeckten Himmel. Die übrigen Zahlen geben demnach Zehntel der Himmelsfläche, welche mit Wolken bedeckt sind. Die Grösse der regelmässigen Schwankungen in der Bewölkung lehrt die folgende Tabelle.

*Jährliche und tägliche Periode der Bewölkung.*

| | Monatsmittel. | Abweichungen davon. 6 a. m. | 2 p. m. | 10 p. m. |
|---|---|---|---|---|
| Januar . . . | 7,2 | + 0,7 | 0,0 | — 0,7 |
| Februar . . . | 7,2 | + 0,2 | + 0,1 | — 0,3 |
| März . . . | 6,9 | + 0,3 | + 0,4 | — 0,7 |
| April . . . | 6,3 | + 0,2 | + 0,4 | — 0,6 |
| Mai . . . . | 6,4 | + 0,1 | + 0,4 | — 0,5 |
| Juni . . . . | 6,7 | + 0,2 | + 0,3 | — 0,5 |
| Juli . . . . | 6,1 | + 0,1 | + 0,4 | — 0,5 |
| August . . . | 6,1 | + 0,1 | + 0,5 | — 0,6 |
| September . . | 5,8 | + 0,2 | + 0,5 | — 0,7 |
| October . . | 6,6 | + 0,4 | + 0,2 | — 0,6 |
| November . . | 7,7 | + 0,2 | + 0,1 | — 0,3 |
| December . . | 7,5 | + 0,1 | 0,0 | — 0,1 |

Man erkennt daraus, dass gesetzmässig die grössere Hälfte des Himmels bedeckt ist, und dass nur in den Nachtstunden eine etwas grössere Klarheit Statt findet. Wenn demnach mehr als die Hälfte des Himmelsgewölbes frei von Wolken ist, so ist diess besonderen Ursachen zuzuschreiben.

Wahrscheinlich hat die Richtung des Windes darauf einen gewissen Einfluss, der sich aus den nachfolgenden Zusammenstellungen erkennen lässt.

*Vierpunktige Windrosen der Bewölkung. Abweichungen von den Monatsmitteln.*

| | Quadrant. | | | | Extreme. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Maxima. | | Minima. | |
| | NE | SE | SW | NW | Lage | Grösse | Lage | Grösse |
| Januar . | − 0,5 | − 1,5 | + 0,3 | + 2,0 | N | + 2,4 | SE | − 1,8 |
| Februar . | − 0,7 | − 1,5 | + 0,1 | + 1,5 | N | + 1,8 | ESE | − 1,8 |
| März . . | − 0,1 | − 1,9 | + 0,6 | + 1,6 | NNW | + 1,7 | ESE | − 2,4 |
| April . . | − 1,8 | − 2,1 | + 1,0 | + 1,0 | W | + 1,7 | ESE | − 2,9 |
| Mai . . | − 0,6 | − 2,1 | 0,0 | + 0,9 | WNW | + 1,0 | SE | − 2,8 |
| Juni . . | − 1,4 | − 1,9 | + 0,7 | + 0,8 | W | + 1,3 | ESE | − 3,1 |
| Juli . . | − 1,2 | − 1,9 | + 0,6 | + 0,6 | W | + 1,5 | ESE | − 2,5 |
| August . | − 1,1 | − 1,7 | + 0,9 | + 0,9 | W | + 1,6 | ESE | − 1,7 |
| September | − 2,5 | − 2,2 | + 1,2 | + 0,7 | W | + 1,8 | ESE | − 3,4 |
| October . | − 0,5 | − 2,1 | + 0,6 | + 1,3 | WNW | + 1,4 | ESE | − 2,9 |
| November | + 0,6 | − 1,0 | + 0,4 | + 1,6 | NNW | + 1,8 | SE | − 1,3 |
| December | + 1,1 | − 1,7 | − 0,4 | + 1,5 | N | + 1,9 | SSE | − 2,5 |

Aus diesen Zahlen schon ist zu ersehen, dass die Windrichtung einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Himmelsbedeckung hat. Die Winde mit östlicher Componente heitern den Himmel auf, und zwar am meisten die ESE-Strömungen. Dagegen vermehren alle mit einer Westcomponente versehenen Winde die Bewölkung. In der kalten Jahreszeit sind es vorzüglich fast reine N-Winde, während im Sommer reine W-Strömungen das Maximum der Bedeckung bewirken. Sehr interessante Resultate liefert hier die Sonderung der Beobachtungen nach Barometerständen.

*Windrosen der Bewölkung.*

| | | N 16 | 1 | NE 2 | 3 | E 4 | 5 | SE 6 | 7 | S 8 | 9 | SW 10 | 11 | W 12 | 13 | NW 14 | 15 | N 16 | Quartalsmittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | A | 8,5 | 9,0 | 8,0 | 6,8 | 5,4 | 4,4 | 3,6 | 3,5 | 4,0 | 6,6 | 7,2 | 7,8 | 8,0 | 7,8 | 7,4 | 7,6 | 8,5 | |
| | B | 9,0 | 8,9 | 8,6 | 7,9 | 6,6 | 6,5 | 6,3 | 6,6 | 6,6 | 7,4 | 8,0 | 8,3 | 8,6 | 8,9 | 9,1 | 9,2 | 9,0 | 7,3 |
| | C | 9,7 | 9,5 | 9,2 | 8,8 | 8,3 | 7,8 | 7,4 | 7,2 | 7,2 | 7,8 | 8,0 | 8,1 | 8,4 | 8,9 | 9,4 | 9,8 | 9,7 | |
| Frühj. | A | 6,5 | 5,6 | 4,8 | 4,0 | 3,0 | 2,4 | 2,3 | 2,7 | 3,8 | 5,4 | 6,8 | 6,9 | 6,7 | 7,4 | 7,4 | 7,0 | 6,5 | |
| | B | 7,5 | 7,6 | 7,4 | 6,3 | 4,6 | 3,8 | 4,2 | 5,0 | 6,0 | 6,8 | 7,0 | 7,2 | 7,8 | 8,1 | 8,2 | 7,8 | 7,5 | 6,5 |
| | C | 8,8 | 9,2 | 8,9 | 8,2 | 7,6 | 8,1 | 7,7 | 6,8 | 6,6 | 7,0 | 7,6 | 8,0 | 8,5 | 8,9 | 9,0 | 8,8 | 8,8 | |
| Sommer | A | 5,4 | 5,4 | 4,4 | 3,4 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | 3,3 | 3,6 | 4,8 | 5,6 | 5,9 | 6,4 | 6,9 | 6,1 | 5,2 | 5,4 | |
| | B | 6,1 | 6,0 | 5,8 | 5,3 | 4,4 | 3,4 | 3,8 | 4,6 | 5,4 | 6,7 | 6,9 | 7,1 | 7,3 | 7,4 | 7,0 | 6,2 | 6,1 | 6,3 |
| | C | ? 9,4 | ?9,1 | ? 8,6 | 7,4 | 6,9 | 7,2 | 8,0 | 8,6 | 8,6 | 8,0 | 8,1 | 8,8 | 9,3 | 9,6 | 9,7 | ? 9,5 | ? 9,4 | |
| Herbst | A | 6,8 | 6,4 | 5,0 | 4,1 | 3,8 | 2,3 | 2,7 | 3,3 | 4,1 | 5,2 | 6,5 | 7,0 | 7,2 | 7,4 | 7,5 | 7,2 | 6,8 | |
| | B | 9,2 | 9,0 | 8,4 | 5,6 | 5,0 | 4,6 | 4,6 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 7,2 | 7,8 | 8,0 | 8,2 | 9,0 | 9,6 | 9,2 | 6,7 |
| | C | ?10,0 | ? 9,7 | ? 9,2 | 9,0 | 8,4 | 7,5 | 7,6 | 7,8 | 7,9 | 8,0 | 8,1 | 8,2 | 8,6 | 8,4 | 8,4 | 9,7 | ? 10,0 | |
| Jahr | A | 6,4 | 6,3 | 5,8 | 5,0 | 4,0 | 3,2 | 2,8 | 3,2 | 4,5 | 6,7 | 7,1 | 7,2 | 7,2 | 7,1 | 6,8 | 6,2 | 6,4 | |
| | B | 7,2 | 7,2 | 7,6 | 6,8 | 5,2 | 4,0 | 4,1 | 5,0 | 6,0 | 6,8 | 7,0 | 7,2 | 7,8 | 8,1 | 8,1 | 7,8 | 7,2 | 6,7 |
| | C | 9,2 | 9,1 | 8,8 | 8,2 | 8,0 | 7,7 | 7,1 | 6,8 | 7,2 | 7,8 | 8,1 | 8,2 | 8,8 | 9,0 | 9,1 | 9,2 | 9,2 | |

*Vierpunktige Windrosen der Bewölkung.* Quartals- und Jahresmittel der Bewölkung in den Quadranten der Windrose, sowie Abweichungen derselben von den Normalmitteln.

| Jahreszeit. | Barometerstand. | Grösse der Bewölkung in Zehnteln des Himmels. | | | | Abweichungen von den Normalmitteln. | | | | Durchschnittsrosen, Grösse und Abweichung. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| Winter . . . | hoch | 7,5 | 4,2 | 6,7 | 7,9 | + 0,2 | − 3,1 | − 0,6 | + 0,6 | | | | |
| | mittel | 8,2 | 6,5 | 7,8 | 9,0 | + 0,9 | − 0,8 | + 0,5 | + 1,7 | 7,3 | 5,8 | 7,3 | 9,0 |
| | tief | 9,1 | 7,6 | 7,9 | 9,2 | + 1,8 | + 0,3 | + 0,6 | + 1,9 | 0,0 | − 1,5 | 0,0 | + 1,7 |
| Frühjahr . . . | hoch | 4,8 | 2,8 | 5,9 | 7,0 | − 1,7 | − 3,7 | − 0,6 | + 0,5 | | | | |
| | mittel | 7,7 | 4,7 | 7,0 | 7,9 | + 1,2 | − 1,8 | + 0,5 | + 1,4 | 5,7 | 4,5 | 7,1 | 7,7 |
| | tief | 8,5 | 7,4 | 7,5 | 8,8 | + 2,0 | + 0,9 | + 1,0 | + 2,3 | − 0,8 | − 2,0 | + 0,6 | + 1,2 |
| Sommer . . . | hoch | 4,3 | 3,3 | 5,3 | 6,0 | − 2,0 | − 3,0 | − 1,0 | − 0,3 | | | | |
| | mittel | 5,5 | 4,3 | 6,7 | 6,8 | − 0,8 | − 2,0 | + 0,4 | + 0,5 | 5,1 | 4,5 | 7,0 | 7,1 |
| | tief | 8,3 | 7,9 | 8,6 | 9,5 | + 2,0 | + 1,6 | + 2,3 | + 3,2 | − 1,2 | − 1,8 | + 0,7 | + 0,8 |
| Herbst . . . | hoch | 5,2 | 2,2 | 6,0 | 7,2 | − 1,5 | − 4,5 | − 0,7 | + 0,5 | | | | |
| | mittel | 6,4 | 5,0 | 7,2 | 8,8 | − 0,3 | − 1,7 | + 0,5 | + 2,1 | 5,9 | 4,9 | 7,5 | 7,9 |
| | tief | 9,3 | 7,8 | 8,2 | 9,0 | + 2,6 | + 1,1 | + 1,5 | + 2,3 | − 0,8 | − 1,8 | + 0,8 | + 1,2 |
| Jahr . . . . | hoch | 5,5 | 3,5 | 6,5 | 6,7 | − 1,2 | − 3,2 | − 0,2 | 0,0 | | | | |
| | mittel | 6,8 | 4,9 | 7,0 | 7,6 | + 0,1 | − 1,8 | + 0,3 | + 0,9 | 6,0 | 4,9 | 7,2 | 7,9 |
| | tief | 8,7 | 7,4 | 7,9 | 9,1 | + 2,1 | + 0,7 | + 1,2 | + 1,4 | − 0,7 | − 1,8 | + 0,5 | + 1,2 |

Wir finden in den vorhergehenden Tabellen zunächst die Windrosen der Bewölkung für die Quartale und das Jahr, und zwar für hohen, mittleren und tiefen Druck. Es sind die Ergebnisse dieser Tabellen in der 5. Reihe der Tafel 2 graphisch dargestellt worden. Weiter sind die vierpunktigen Windrosen beigefügt.

Es ändern diese Tabellen wenig an dem schon gefundenen Resultate, indem sie nochmals zeigen, dass die grösste Bewölkung nördliche bis westliche Strömungen bringen, während bei südlichen bis östlichen Winden heiterer Himmel herrscht.

Nichtsdestoweniger tritt der Einfluss des Barometerstandes auch hier hervor. Der Himmel ist im Allgemeinen bei hohem Barometerstand weit weniger bewölkt als bei tiefem. Die aufklärende Kraft der SE-Winde nimmt ausserordentlich ab, wenn der Luftdruck abnimmt, umgekehrt aber steigt daher die Trübung durch NW-Strömungen. Der Unterschied ist äusserst frappant, Beispiele herauszusuchen

ist unnöthig, fast die ganze Tabelle der vierpunktigen Rosen und die graphische Darstellung sprechen dafür. Blos im Winter finden wir ein äusserst kleines Stück der Windrose, in welchem bei tiefem Barometerstand die Bewölkung um 0,2 unter dem Mittel (7,3) liegt. Sonst ist in allen Jahreszeiten bei niederem Druck die Bewölkung bei allen Winden grösser als die mittlere.

Es hängt diess zweifellos mit dem aufsteigenden Luftstrom zusammen. Wir haben zwar gesehen, dass bei tiefem Druck die Luft relativ sehr feucht ist, aber doch nicht so feucht, dass sie dem Sättigungspunkt nahe käme. Die starke Wolkendecke ist bedingt durch die Condensation des Wasserdampfes bei der Abkühlung, welche er durch das Aufsteigen erleidet. Bei hohem Druck ist die Bewölkung gering, weil ja hier nur kleine cyclonale Phänomene hin und wieder auftauchen und eine Bewölkung erzeugen.

## VI. Windrosen der Regenwahrscheinlichkeit.

Bei den folgenden Untersuchungen sind nur diejenigen Tage als Regentage gezählt worden, an welchen ein messbarer Niederschlag Statt gefunden hat. Die einfache Zusammenzählung ergab, dass unter hundert Tagen in den einzelnen Monaten sich folgende Regentage befinden:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 35 | April | 41 | Juli | 42 | October | 38 |
| Februar | 34 | Mai | 41 | August | 41 | November | 48 |
| März | 41 | Juni | 48 | September | 36 | December | 42 |

Die geringe Zahl der Regentage in den Wintermonaten erklärt sich daraus, dass eben nur Tage mit messbarem Niederschlag gezählt worden sind.

Es wurde nun die Abhängigkeit der Regentage von der Windrichtung untersucht, derart, dass die bei einer bestimmten Windrichtung Statt gefundenen Regentage zusammengezählt und in Procente der Tage, an welchen überhaupt die betreffende Windrichtung herrschte, umgerechnet wurden. Es geben demnach die folgenden Zahlen an, wie viel unter hundert Tagen, an welchen der betreffende Wind weht, Regentage sind.

*Windrosen der Regenwahrscheinlichkeit.*

| | Quadrant. NE | SE | SW | NW | Maxima. Lage | Grösse | Minima. Lage | Grösse |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | + 4 | − 18 | + 11 | + 27 | WNW | + 41 | ESE | − 21 |
| Februar | − 8 | − 22 | + 11 | + 24 | WSW | + 30 | E | − 32 |
| März | − 4 | − 15 | + 7 | + 19 | NW | + 26 | ESE | − 19 |
| April | − 8 | − 19 | + 7 | + 15 | WNW | + 19 | ESE | − 23 |
| Mai | − 11 | − 20 | + 7 | + 14 | WNW | + 21 | ESE | − 25 |
| Juni | − 20 | − 22 | + 13 | + 2 | SW | + 20 | ESE | − 38 |
| Juli | − 19 | − 24 | + 4 | + 2 | W | + 12 | ESE | − 36 |
| August | − 19 | − 21 | + 12 | + 3 | SW | + 23 | ENE | − 31 |
| September | − 23 | − 18 | + 33 | + 5 | WSW | + 24 | ENE | − 26 |
| October | − 22 | − 20 | + 19 | + 25 | W | + 42 | ENE | − 32 |
| November | − 6 | − 22 | + 13 | + 19 | W | + 27 | ESE | − 27 |
| December | − 9 | − 20 | + 5 | + 18 | WNW | + 28 | SE | − 20 |

Es geht aus dieser Tabelle unverkennbar die starke Abhängigkeit des Regenphänomens von der Windrichtung hervor, und zwar sind es östliche Winde, welche selten, westliche dagegen, die häufig mit Niederschlägen verbunden sind. Die Extreme fallen fast genau auf West und Ost.

Werden auch hier die Beobachtungen nach den Barometerständen in drei Gruppen gebracht, so ergeben sich die Resultate folgendermaassen.

*Windrosen der Regenwahrscheinlichkeit in Regentagen unter 100 vorkommenden Fällen bei hohem* (A), *mittlerem* (B) *und tiefem* (C) *Barometerstand.*

| | | N 16 | 1 | NE 2 | 3 | E 4 | 5 | SE 6 | 7 | S 8 | 9 | SW 10 | 11 | W 12 | 13 | NW 14 | 15 | N 16 | Quartalsmittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | A | 70 | 40 | 24 | 14 | 11 | 7 | 3 | 4 | 12 | 24 | 39 | 50 | 49 | 58 | 66 | 67 | 70 | |
| | B | 48 | 52 | 33 | 16 | 16 | 24 | 20 | 15 | 22 | 35 | 47 | 62 | 66 | 61 | 47 | 42 | 48 | 37 % |
| | C | 60 | 42 | 27 | 17 | 14 | 17 | 26 | 43 | 50 | 56 | 68 | 77 | 78 | 81 | 83 | 76 | 60 | |
| Frühj. | A | 32 | 24 | 14 | 8 | 7 | 5 | 2 | 4 | 24 | 35 | 37 | 41 | 37 | 46 | 50 | 45 | 32 | |
| | B | 52 | 48 | 41 | 30 | 16 | 14 | 16 | 20 | 28 | 39 | 54 | 60 | 62 | 62 | 60 | 56 | 52 | 41 % |
| | C | 70 | 60 | 55 | 50 | 47 | 46 | 46 | 47 | 50 | 57 | 69 | 76 | 81 | 83 | 82 | 78 | 70 | |
| Sommer | A | 30 | 33 | 31 | 5 | 0 | 4 | 4 | 9 | 11 | 31 | 38 | 37 | 33 | 30 | 34 | 30 | 30 | |
| | B | 41 | 40 | 31 | 18 | 12 | 11 | 16 | 34 | 39 | 49 | 59 | 60 | 61 | 63 | 57 | 47 | 41 | 44 % |
| | C | ?60 | ?45 | ?30 | 23 | 20 | 21 | 27 | 40 | 60 | 75 | 85 | 90 | 90 | 85 | 75 | ?70 | ?60 | |
| Herbst | A | 30 | 25 | 17 | 16 | 9 | 2 | 4 | 7 | 12 | 22 | 36 | 38 | 52 | 51 | 50 | 36 | 30 | |
| | B | 70 | 50 | 25 | 13 | 12 | 13 | 16 | 23 | 32 | 44 | 54 | 61 | 62 | 63 | 64 | 68 | 70 | 41 % |
| | C | ?60 | ?50 | ?45 | 40 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 75 | 85 | 90 | 85 | 75 | 70 | ?60 | |
| Jahr | A | 41 | 31 | 22 | 11 | 7 | 5 | 3 | 6 | 15 | 28 | 38 | 42 | 43 | 46 | 50 | 45 | 41 | |
| | B | 53 | 48 | 33 | 19 | 14 | 16 | 17 | 23 | 30 | 42 | 54 | 61 | 63 | 62 | 57 | 53 | 53 | 41 % |
| | C | 63 | 49 | 39 | 33 | 30 | 32 | 37 | 46 | 55 | 63 | 74 | 82 | 85 | 84 | 79 | 74 | 63 | |

Die Resultate dieser Tabelle sind in Reihe 6 der Tafel 2 graphisch dargestellt und folgen hier in zusammengezogener übersichtlicher Form.

*Vierpunktige Windrosen der Regenwahrscheinlichkeit.* Quartals- und Jahresmittel der Regentage unter hundert Tagen in den Quadranten der Windrose. Abweichungen derselben von den Normalmitteln.

| Jahreszeit. | Barometerstand. | Grösse der Regenwahrscheinlichkeit in Procenten. | | | | Abweichungen von den Normalmitteln. | | | | Durchschnittsrosen, Grösse und Abweichung. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW |
| Winter . . . | hoch | 32 | 7 | 35 | 62 | — 5 | — 30 | — 2 | + 25 | | | | |
| | mittel | 33 | 20 | 46 | 59 | — 4 | — 17 | + 9 | + 22 | 33 | 17 | 46 | 60 |
| | tief | 32 | 30 | 66 | 76 | — 5 | — 7 | + 29 | + 39 | — 4 | — 20 | + 9 | + 23 |
| Frühjahr. . . | hoch | 17 | 8 | 35 | 42 | — 24 | — 33 | — 6 | + 1 | | | | |
| | mittel | 37 | 19 | 49 | 58 | — 4 | — 22 | + 8 | + 17 | 34 | 23 | 48 | 58 |
| | tief | 56 | 47 | 67 | 79 | + 15 | + 6 | + 26 | + 38 | — 7 | — 18 | + 7 | + 17 |
| Sommer . . . | hoch | 20 | 6 | 30 | 31 | — 24 | — 38 | — 14 | — 13 | | | | |
| | mittel | 28 | 22 | 54 | 54 | — 16 | — 22 | + 10 | + 10 | 24 | 21 | 53 | 46 |
| | tief | 36 | 24 | 80 | 76 | — 8 | — 20 | + 36 | + 32 | — 20 | — 23 | + 9 | + 2 |
| Herbst . . . | hoch | 19 | 7 | 32 | 44 | — 22 | — 34 | — 9 | + 3 | | | | |
| | mittel | 34 | 19 | 51 | 65 | — 7 | — 22 | + 10 | + 24 | 24 | 21 | 63 | 57 |
| | tief | 47 | 50 | 75 | 76 | + 6 | + 9 | + 34 | + 35 | — 17 | — 20 | + 22 | + 16 |
| Jahr . . . . | hoch | 22 | 7 | 33 | 45 | — 19 | — 34 | — 8 | + 4 | | | | |
| | mittel | 33 | 20 | 50 | 58 | — 8 | — 21 | + 9 | + 17 | 29 | 20 | 53 | 55 |
| | tief | 43 | 36 | 68 | 77 | + 2 | — 5 | + 27 | + 36 | — 12 | — 21 | + 12 | + 14 |

Aus diesen Darstellungen ist die Lage und Grösse der Extreme zur Genüge zu ersehen. Wir erkennen auch hier den Einfluss des Barometerstandes. Je höher der Luftdruck ist, um so kleiner wird bei allen Strömungen die Anzahl der Regentage.

Besonders scharf tritt die grosse Neigung zu Niederschlägen bei tiefem Barometerstand im Frühjahr und Herbst hervor, während der hohe Druck im Sommer am meisten von Regenlosigkeit begleitet ist, und hier bei reinem Ostwinde nicht ein einziger Tag mit Niederschlägen notirt werden konnte.

Auch hier wachsen die Gebiete grosser Regenwahrscheinlichkeit mit abnehmendem Barometerstand.

# VII. Windrosen der Regenhöhe.

Die Regenbeobachtungen lassen als wesentliche Resultate erkennen, dass im Durchschnitt an einem Tage in den einzelnen Monaten Niederschläge von folgender Höhe eintreten können.

*Mittlere Regenhöhen eines Tages in mm.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . . | 1,0 | April . . | 1,7 | Juli . . | 2,0 | October . | 1,4 |
| Februar . | 1,1 | Mai . . | 1,7 | August . | 2,0 | November . | 1,8 |
| März . . | 1,4 | Juni . . | 2,3 | September | 1,2 | December . | 1,4 |

Demnach sind die Regen in den Sommermonaten am ausgiebigsten, am geringsten aber im Winter. Die grösste Regenmenge, welche in Leipzig an einem Tag beobachtet ist, hat eine Höhe von 55,2 mm gehabt. Im Jahre fallen ungefähr 550 mm Regen und Schnee zusammen.

Nicht nur die Wahrscheinlichkeit, sondern auch die Menge des in einem Tage fallenden Regens (oder Schnees) erweist sich als bedeutend von der Windrichtung abhängig, und haben die Zusammenstellungen das folgende Resultat ergeben.

*Vierpunktige Windrosen der täglichen Regenhöhe in Abweichungen von den mittleren Werthen. Maxima und Minima.*

| | Quadrant. | | | | Maxima. | | Minima. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NE | SE | SW | NW | Lage | Grösse | Lage | Grösse |
| Januar . . | + 0,2 | — 0,8 | + 0,4 | + 1,5 | WNW | + 2,0 | SE | — 1,0 |
| Februar . | — 0,3 | — 0,7 | + 0,4 | + 1,1 | WNW | + 1,3 | E | — 1,1 |
| März . . | — 0,1 | — 0,8 | + 0,1 | + 0,7 | WNW | + 1,0 | ESE | — 0,9 |
| April . . | — 0,8 | — 1,3 | + 0,2 | 0,0 | WSW | + 0,9 | SE | — 1,6 |
| Mai . . . | — 0,3 | — 1,2 | + 0,1 | + 0,3 | W | + 0,6 | SE | — 1,5 |
| Juni . . | — 1,3 | — 1,2 | + 0,3 | 0,0 | SSW | + 0,7 | E | — 2,3 |
| Juli . . . | — 1,3 | — 1,2 | + 1,0 | + 0,1 | SW | + 1,5 | E | — 1,8 |
| August . . | — 1,1 | — 1,2 | + 0,2 | + 0,1 | W | + 1,6 | E | — 1,4 |
| September | — 0,6 | — 0,8 | + 0,2 | + 0,2 | WNW | + 0,8 | ESE | — 1,0 |
| October . | — 0,8 | — 0,7 | + 0,6 | + 1,6 | W | + 2,2 | ENE | — 1,4 |
| November . | 0,0 | — 1,0 | — 0,6 | + 1,1 | NW | + 2,2 | S | — 1,4 |
| December . | 0,0 | — 0,6 | + 0,1 | + 0,2 | W | + 0,1 | SSE | — 1,0 |

Als Resultat können wir ansehen, dass diejenigen Windrichtungen, welche häufig Regen bringen, auch der Grösse des Niederschlages besonders günstig sind.

Wenn nun auch daraus hervorgeht, dass die trockenen Winde sehr geringe, manchmal sogar gar keine Niederschläge zulassen, die feuchten dagegen die mittlere Regenmenge pro Tag leicht auf den doppelten Werth erhöhen, so zeigt sich doch der Einfluss der Windrichtung sehr klein gegenüber demjenigen des Barometerstandes.

*Windrosen der Regenmenge für hohen* (A), *mittleren* (B) *und tiefen* (C) *Barometerstand.*

| | | N 16 | 1 | NE 2 | 3 | E 4 | 5 | SE 6 | 7 | S 8 | 9 | SW 10 | 11 | W 12 | 13 | NW 14 | 15 | N 16 | Quartals-mittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter | A | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,4 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | |
| | B | 1,8 | 2,0 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 1,0 | 1,4 | 1,9 | 2,5 | 3,5 | 1,7 | 1,2 | 1,8 | 1,2 mm |
| | C | 1,0 | 1,4 | 1,7 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,6 | 3,0 | 2,4 | 1,7 | 1,2 | 1,0 | |
| Frühj. | A | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | |
| | B | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 1,6 „ |
| | C | 5,0 | 4,4 | 2,5 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,6 | 2,1 | 2,0 | 2,8 | 3,8 | 4,8 | 4,6 | 3,8 | 4,4 | 5,0 | |
| Sommer | A | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | |
| | B | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,6 | 2,2 | 2,8 | 3,0 | 3,6 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,0 | 2,1 „ |
| | C | ? 2,0 | ? 1,0 | ? 0,8 | 0,9 | 0,6 | 1,2 | 2,2 | 2,0 | 3,5 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | ? 7,5 | ? 5,0 | ? 2,0 | |
| Herbst | A | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | |
| | B | 3,0 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | 3,0 | 4,2 | 3,6 | 3,0 | 1,5 „ |
| | C | ? 3,0 | ? 3,3 | ? 4,5 | 5,0 | 4,0 | 2,5 | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 7,0 | 10,0 | 7,0 | ? 3,0 | |
| Jahr | A | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | |
| | B | 2,0 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,4 | 2,0 | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 1,6 mm |
| | C | 3,4 | 2,8 | 2,1 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,6 | 2,9 | 4,4 | 4,6 | 4,4 | 4,1 | 3,7 | 3,4 | |

*Vierpunktige Windrosen der Regenmenge.* Quartals- und Jahresmittel der täglichen Regenmenge in den Quadranten der Windrose. Abweichung derselben von den Normalmitteln.

| Jahreszeit. | Barometer-stand. | Grössen der täglichen Regenmenge in mm | | | | Abweichung von den Normalmitteln. | | | | Durchschnittsrosen, Grösse und Abweichung. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW | NE | SE | SW | NW. |
| Winter . . . | hoch | 0,7 | 0,1 | 0,6 | 1,5 | — 0,5 | — 1,1 | — 0,6 | + 0,3 | | | | |
| | mittel | 1,3 | 0,8 | 1,5 | 2,1 | + 0,1 | — 0,4 | + 0,3 | + 0,9 | 1,2 | 0,5 | 1,5 | 2,2 |
| | tief | 1,0 | 0,7 | 2,1 | 1,9 | — 0,2 | — 0,5 | + 0,9 | + 0,7 | 0,0 | — 0,7 | + 0,3 | + 1,0 |
| Frühjahr . . | hoch | 0,4 | 0,2 | 1,2 | 0,8 | — 1,2 | — 1,4 | — 0,4 | — 0,8 | | | | |
| | mittel | 1,5 | 0,5 | 1,4 | 2,0 | — 0,1 | — 1,1 | — 0,2 | + 0,4 | 1,2 | 0,5 | 1,7 | 1,9 |
| | tief | 2,8 | 1,2 | 3,1 | 4,5 | + 1,2 | — 0,4 | + 1,5 | + 2,9 | — 0,4 | — 1,1 | + 0,1 | + 0,3 |
| Sommer . . . | hoch | 0,8 | 0,2 | 0,7 | 1,1 | — 1,3 | — 1,9 | — 1,4 | — 1,0 | | | | |
| | mittel | 0,9 | 0,8 | 2,6 | 2,8 | — 1,2 | — 1,3 | + 0,5 | + 0,7 | 0,8 | 0,9 | 2,6 | 2,2 |
| | tief | 1,1 | 1,9 | 6,2 | 6,5 | + 1,0 | + 0,2 | + 4,1 | + 4,4 | — 1,3 | — 1,2 | + 0,5 | + 0,1 |
| Herbst . . . | hoch | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,8 | — 1,3 | — 1,4 | — 1,1 | — 0,7 | | | | |
| | mittel | 1,5 | 0,7 | 1,4 | 3,2 | 0,0 | — 0,8 | — 0,1 | + 1,7 | 1,0 | 0,6 | 1,5 | 2,4 |
| | tief | 3,9 | 2,2 | 3,2 | 6,3 | + 2,4 | + 0,7 | + 1,7 | + 4,8 | — 0,5 | — 0,9 | 0,0 | + 0,9 |
| Jahr . . . . | hoch | 0,5 | 0,1 | 0,7 | 0,9 | — 1,1 | — 1,4 | — 0,9 | — 0,7 | | | | |
| | mittel | 0,8 | 0,8 | 1,9 | 2,4 | — 0,8 | — 0,8 | + 0,3 | + 0,8 | 1,1 | 0,6 | 1,8 | 2,2 |
| | tief | 2,2 | 1,3 | 3,3 | 4,0 | + 0,6 | — 0,3 | + 1,7 | + 2,4 | — 0,5 | — 1,0 | + 0,2 | + 0,6 |

Wir haben im Vorstehenden die Resultate dieser Gruppirung nach dem Barometerstand gegeben. Die Windrosen finden sich in der letzten Reihe der Tafel 2 dargestellt.

Bezüglich der Lage der Extreme ändert die Gruppirung nach Barometerständen fast gar Nichts. Die grössten Regenmengen fallen bei Winden der westlichen Seite, die kleinsten bei Strömungen aus der anderen Hälfte der Windrose. Aber der Einfluss des Barometerstandes tritt hier greller als vorher hervor. Bei allen Winden, die unter hohem Druck wehen, bleibt die tägliche Regenmenge unter dem Mittel, die einzige Ausnahme macht der NW-Quadrant im Winter. Dafür können aber die eigentlichen Regenwinde bei tiefem Druck ganz enorme Regenmengen senden, wie diess aus den Tabellen deutlich genug hervorgeht.

## Schlussbetrachtungen.

Blicken wir auf das bis jetzt Erörterte zurück, so scheint daraus hervorzugehen, dass man bis jetzt das Quantitative bei den Windrosen gegenüber dem Qualitativen zu sehr vernachlässigt hat. Wäre die Ordnung der Grössen in Betracht gezogen worden, so wäre vielleicht den Windrosen nicht eine so bedeutende Rolle in den theoretischen Betrachtungen der meteorologischen Vorgänge eingeräumt worden. Die frühere Auffassung der barischen Windrosen lässt sich gegenüber den Fortschritten der Wissenschaft nicht halten, es schwindet ihre Beweiskraft, welche allen Ergebnissen der neueren Forschung entgegen zu treten schien, wenn man die Grösse der durch die Windrichtung bedingten Änderungen im Luftdruck in Rücksicht zieht.

Windrichtung und Barometerstand stehen in keiner ausgeprägten Abhängigkeit erster Ordnung. Die Windrichtung kann den Barometerstand weder erhöhen noch herabdrücken, es können alle Barometerstände bei allen Windrichtungen vorkommen.

Wenn eine Abhängigkeit zweiter Ordnung sich zeigt, so rührt diese entweder daher, dass durch eine dritte Ursache bei hohem Druck vorzugsweise die eine, bei tiefem die andere Strömung herrscht, als welche die Lage von cyclonalen oder anticyclonalen Centren bezeichnet werden kann, oder es besteht wirklich ein secundäres, die ganze Erde umfassendes Windsystem, wie es Dove und neuerdings Hann in den Vordergrund gestellt haben, dessen Einwirkung bei uns aber sich nur schwach geltend macht. Die Grundursache aller Bewegungen ist die Sonnenwärme, sowohl in freier als latenter Form, und erzeugt diese zunächst verticale Ströme. Diese wieder bedingen sowohl horizontale Bewegungen, als auch Änderungen des Luftdruckes. Daraus folgt schon sofort, dass beide nicht durch einander bedingt sind, sondern gleichzeitig durch eine dritte Grösse beeinflusst werden. Sowie diess erkannt ist, wird man nicht die Abhängigkeit der Witterungsvorgänge von der Windrichtung allein zu bestimmen suchen, sondern man erkennt, dass die Veränderungen der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Bewölkung, die Möglichkeit eines Niederschlages des Wassers auch von dem Luftdruck mit abhängig sein muss. Die Art der verticalen Ströme bestimmt, ob der Barometerstand hoch oder tief ist, und wird man umgekehrt durch diesen sofort eine Kenntniss vom Zustand der Atmosphäre erhalten, wird erfahren, ob cyclonale oder anticyclonale Bewegungen vorhanden sind.

Der vorliegende Versuch, die Witterungsvorgänge als Function zweier unabhängiger Variabelen darzustellen, scheint zu sehr bestimmten Resultaten geführt zu haben, welche den Windrosen Bedeutung für die Wissenschaft nach zwei Seiten hin verschaffen.

Ein Mal werden diese Art von Untersuchungen aus Gegnern zu Verfechtern der neueren Ansichten von den Vorgängen in der Atmosphäre. Auf der anderen Seite geht aber hervor, dass man durch die Windrosen Andeutungen erhält, welche Anhalte und Ausgangspunkte für neue theoretische Arbeiten und Ermittelungen werden können.

Beginnen wir mit der Bewölkung. Das Phänomen der Wolkenbildung ist von jeher ein streitiger Punkt gewesen; wie oft ist die Frage erörtert worden, warum die Wolken nicht auf die Erde fallen, und wie sie sich überhaupt bilden. Bisher scheint die Ansicht mit Dove dahin gegangen zu sein, dass Wolken bei Mischung der polaren und äquatorialen Ströme oder bei Abkühlung eintreten, welche beim Fliessen warmer Ströme nach kälteren Regionen Statt findet. Nur hier und da wird die Wolkenbildung über dem aufsteigenden Strom erwähnt. Dem entgegen ist zu bemerken, dass das Mischen von Luftströmen doch nur denkbar ist in der Nähe heftiger Cyclonen, und dass namentlich die Abkühlung der warmen Luft durch den kalten Boden bei der schlechten Wärmeleitung derselben nur ausserordentlich langsam vor sich gehen kann, und zur Nebelbildung am Boden wohl, nie aber zu Wolken in der Höhe Veranlassung geben kann.

So wie wir Wolken sehen, ist diess stets ein Zeichen des Aufsteigens von Luft, mag dieses nun in Säulen oder in einzelnen mehr oder weniger grossen Massen, ähnlich wie der Rauch aus Essen, Statt finden. Wer wird nicht durch den Anblick des Qualmes, welchen eine solche ausstösst, und welcher sich in seiner Form ändernd langsam erhebt, an die einzelnen Cumuli erinnert? Bei hohem Druck, dem Zeichen der allgemein niedergehenden Bewegung der Atmosphäre, ist die Bewölkung bei allen Strömungen auffallend klein, namentlich im Sommer. Wenn hier sich Wolken zeigen, so verdanken diese wohl ihre Bildung localen, die allgemein niedergehende Bewegung durchbrechenden verticalen Strömungen. Bei sehr tiefem Druck, wo bei uns die verticale Componente der Bewegung nach oben gerichtet gross und die horizontale oft klein, wegen Nähe des Centrums, sein kann, da ist fast das ganze Jahr hindurch bei allen Strömungen der Himmel ausserordentlich mit Wolken bedeckt. Liegt der Luftdruck seinem Mittel nahe, so strömt die Luft von einer weiteren Anticyclone nach einer ebenfalls weiteren Cyclone hin. Wolken werden sich hier auch bilden können, da jedenfalls in den wärmeren dampfreicheren Strömungen schon schwach aufsteigende Bewegungen sich zu bilden vermögen, die in gewissen Höhen zu Condensationen des Wasserdampfes führen können.

Und damit mag wohl auch der schon oft erwähnte Umstand zusammenhängen, dass bei hohem Druck die Temperatur tiefer liegt als bei tiefem Druck. Der klare Himmel wird hier namentlich im Winter und Herbst die nächtliche Ausstrahlung und dadurch den Wärmeverlust bedingen, der den Tag über deshalb nicht in dem Maasse gedeckt werden kann, weil derselbe zu kurz und der Nachmittag stärker bewölkt ist als die Nacht. Nur im Sommer wird hier die grössere Klarheit des Himmels auf die Erhöhung der Temperatur günstig wirken können.

Sonst hängt die Temperatur des Windes ganz von seinem Ursprungsort ab, wie das nicht anders sein kann. Seine Einwirkung ist um so mehr hervortretend, je kräftiger die Strömung ist und je weiter er herkommt. Winde bei hohem Drucke entstehen in unserer Nähe und treten demnach zurück in ihrer Einwirkung gegenüber der Ein- und Ausstrahlung der Sonnenwärme. Je tiefer der Barometerstand ist, um so weiter kommt die uns überfluthende Luft her, um so kräftiger muss sie die Temperatur beeinflussen. Auch hierin geben die Windrosen eine neue Bestätigung der neueren Auffassungen.

Wenden wir uns zu dem Regenphänomen, demjenigen, welches neben der Temperatur, ja für den klimatischen

Charakter einer Gegend von der grössten Wichtigkeit ist, so müssen wir auch hier einigen allgemein verbreiteten Ansichten entgegentreten.

In den Lehrbüchern der Meteorologie führt man eine grosse Zahl von Fällen an, in welchen Regen eintreten kann, und würde es zu weit führen, wenn ich dieselben alle hier reproduciren wollte. Alle laufen dahin aus, dass die Bedingungen erörtert werden, unter welchen Luftmassen stark abgekühlt und dadurch mindestens bis zur Sättigung mit Wasserdampf gebracht werden. Hauptsächlich wird das Fliessen warmer Ströme nach kälteren Regionen, das Mischen warmer und kalter Luftmassen in den Vordergrund gestellt.

Auch hier möchte ich darauf hinweisen, dass ein Mischen doch nur in der Nähe der Centren ausgeprägter stürmischer Cyclonen möglich ist. Eine Abkühlung der Luft auf viele Hunderte von Metern Höhe durch den kalten Erdboden, also von unten, kann nur äusserst langsam Statt finden, ist also entschieden ohne Einfluss auf die rasch dahinströmenden Massen. Anders ist es mit hoch in die Luft hineinragenden Bergspitzen, die möglicherweise eine abkühlende Wirkung hervorbringen können.

Ich stelle allen diesen Ansichten entgegen die Behauptung auf, dass die Frage der Wahrscheinlichkeit und Menge des Regens lediglich von der Existenz auf- oder absteigender Luftströme abhängig ist.

Existiren aufsteigende Ströme, so können alle Windrichtungen, mögen sie sogenannte trockene oder feuchte sein, oft und viel Regen bringen. Bei niedersteigender Bewegung der Luft sind dagegen Niederschläge selten.

Die Wahrscheinlichkeit und Menge des Regens sind daher vielmehr Functionen des Barometerstandes als der Windrichtung. Für die Richtigkeit dieser Behauptung scheinen mir alle Umstände, namentlich aber die von mir berechneten Windrosen der Regenwahrscheinlichkeit und Regenhöhe zu sprechen.

Nur bei mittlerem Barometerstand treten die Windrichtungen mehr hervor, weil hier die Bewegung der Luft wahrscheinlich schräg ist, bald nach oben, bald nach unten. Die Grösse der Wolkenbildung und der Regenwahrscheinlichkeit wird hier von der verticalen Componente dieser Bewegung abhängen.

Aus denselben Gründen kann auch der Wassergehalt der Luft auf die Niederschläge keinen Einfluss ausüben. Wir haben früher gesehen, dass sich die absolute Feuchtigkeit durch eine merkwürdige Constanz auszeichnet. Wohl giebt es Strömungen mit grösserem und kleinerem Gehalt an Wasserdampf, aber der Unterschied ist so unbedeutend, dass wir daraus erkennen, dass in jedem Moment die genügende Wassermenge da ist, um Niederschläge zu geben. So eigentlich trockene und feuchte Winde giebt es nicht.

Auch die relative Feuchtigkeit spielt eine untergeordnetere Rolle, und scheint mir das in der neueren Zeit hervortretende Anpreisen des Haarhygrometers als unfehlbares Mittel zur Wetterprophezeihung jeder wissenschaftlichen Grundlage zu entbehren. Dass, wenn es regnet, die relative Feuchtigkeit gross ist, kann nicht wunderbar sein. Dass aber eine starke Änderung in diesem Element ein unfehlbares Kennzeichen bevorstehenden Regens sei, ist schon deshalb nicht denkbar, weil gerade die relative Feuchtigkeit sich durch eine bedeutende tägliche Periode auszeichnet. Es wird wahrscheinlich bei einer starken Zunahme des Feuchtigkeitsgrades ebenso oft regnen als auch nicht.

Um auch in dieser Frage einigen Anhalt zu bekommen, habe ich für jeden Tag der 12 Jahre 1865—1876 die grösste an den Beobachtungsstunden gefundene relative Feuchtigkeit herausgesucht und diese Zahlen in drei Gruppen geordnet:

1) Tage, an welchen kein messbarer Regen gefallen,
2) Tage mit Niederschlägen bis zu 5 mm Höhe,
3) „ „ „ über 5 mm Höhe.

Ich gebe hier die Resultate in 4 Tabellen.

*Anzahl der Fälle in 12 Jahren, bei welchen die grösste relative Feuchtigkeit eines Tages lag zwischen*

| % | 50—59 | 60—69 | 70—79 | 80—89 | 90—94 | 95—99 | 100 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . . . | 0 | 1 | 11 | 116 | 120 | 102 | 20 | 370 |
| Februar. . . | 0 | 2 | 26 | 90 | 112 | 81 | 27 | 338 |
| März . . . | 0 | 0 | 15 | 134 | 127 | 83 | 13 | 372 |
| April . . . | 2 | 8 | 38 | 144 | 86 | 68 | 14 | 360 |
| Mai . . . . | 1 | 17 | 73 | 169 | 71 | 38 | 6 | 375 |
| Juni. . . . | 1 | 13 | 79 | 155 | 63 | 31 | 16 | 358 |
| Juli . . . . | 1 | 12 | 67 | 173 | 72 | 46 | 2 | 373 |
| August . . . | 3 | 10 | 36 | 159 | 114 | 48 | 2 | 372 |
| September. . | 0 | 3 | 35 | 116 | 117 | 84 | 5 | 360 |
| October . . | 0 | 3 | 11 | 85 | 131 | 130 | 17 | 377 |
| November . . | 0 | 1 | 16 | 74 | 125 | 110 | 34 | 360 |
| December . . | 0 | 1 | 10 | 75 | 112 | 140 | 34 | 372 |
| | 8 | 71 | 417 | 1490 | 1250 | 961 | 190 | 4387 |
| **Ohne Regen.** | | | | | | | | |
| Januar . . . | 0 | 1 | 8 | 83 | 81 | 63 | 13 | 249 |
| Februar . . | 0 | 1 | 14 | 56 | 81 | 44 | 15 | 211 |
| März . . . | 0 | 0 | 10 | 93 | 67 | 38 | 2 | 210 |
| April . . . | 1 | 7 | 30 | 104 | 43 | 24 | 3 | 212 |
| Mai . . . . | 0 | 17 | 68 | 105 | 24 | 7 | 0 | 221 |
| Juni. . . . | 1 | 10 | 65 | 85 | 30 | 7 | 4 | 202 |
| Juli . . . . | 1 | 11 | 57 | 109 | 36 | 13 | 1 | 228 |
| August . . . | 3 | 10 | 28 | 103 | 59 | 15 | 0 | 218 |
| September. . | 0 | 2 | 30 | 77 | 75 | 42 | 0 | 226 |
| October. . . | 0 | 3 | 8 | 52 | 71 | 81 | 6 | 221 |
| November . . | 0 | 1 | 6 | 34 | 72 | 59 | 12 | 184 |
| December . . | 0 | 1 | 3 | 50 | 67 | 76 | 20 | 217 |
| | 6 | 64 | 327 | 951 | 706 | 469 | 76 | 2599 |
| **Schwacher Regen.** | | | | | | | | |
| Januar . . . | 0 | 0 | 3 | 24 | 32 | 28 | 4 | 91 |
| Februar. . . | 0 | 1 | 11 | 31 | 23 | 27 | 6 | 99 |
| März . . . | 0 | 0 | 5 | 35 | 44 | 35 | 5 | 124 |
| April . . . | 1 | 1 | 7 | 31 | 34 | 33 | 7 | 114 |
| Mai . . . . | 1 | 0 | 5 | 50 | 40 | 19 | 4 | 119 |
| Juni. . . . | 0 | 3 | 13 | 55 | 24 | 13 | 2 | 110 |
| Juli . . . . | 0 | 1 | 7 | 51 | 23 | 15 | 0 | 97 |
| August . . . | 0 | 0 | 6 | 42 | 41 | 20 | 2 | 111 |
| September. . | 0 | 1 | 4 | 33 | 36 | 27 | 1 | 102 |
| October. . . | 0 | 0 | 3 | 29 | 56 | 37 | 3 | 128 |
| November . . | 0 | 0 | 7 | 32 | 45 | 37 | 9 | 130 |
| December . . | 0 | 0 | 4 | 19 | 35 | 45 | 10 | 113 |
| | 2 | 7 | 75 | 432 | 433 | 336 | 53 | 1338 |

Starker Regen.

| % | 50—59 | 60—69 | 70—79 | 80—89 | 90—94 | 95—99 | 100 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar . . . | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 11 | 3 | 30 |
| Februar. . . | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 10 | 6 | 28 |
| März . . . | 0 | 0 | 0 | 6 | 16 | 10 | 6 | 38 |
| April . . . | 0 | 0 | 1 | 9 | 9 | 11 | 4 | 34 |
| Mai . . . . | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 12 | 2 | 35 |
| Juni . . . . | 0 | 0 | 1 | 15 | 9 | 11 | 10 | 46 |
| Juli . . . . | 0 | 0 | 3 | 13 | 13 | 18 | 1 | 48 |
| August . . . | 0 | 0 | 2 | 14 | 14 | 13 | 0 | 43 |
| September . . | 0 | 0 | 1 | 6 | 6 | 15 | 4 | 32 |
| October. . . | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 12 | 8 | 28 |
| November . . | 0 | 0 | 3 | 8 | 8 | 14 | 13 | 46 |
| December . . | 0 | 0 | 3 | 6 | 10 | 19 | 4 | 42 |
| | 0 | 0 | 15 | 107 | 111 | 156 | 61 | 450 |

Die erste Tabelle giebt die Maxima der relativen Feuchtigkeit durch die Anzahl der Fälle, in welchen dieselbe zwischen 50—59 %, 60—69 % &c. lag. Man erkennt, dass an keinem Tag von zwölf Jahren das Maximum der relativen Feuchtigkeit unter 50 % gegangen ist. Es geht dieselbe sogar äusserst selten unter 60 %, im Winter sogar selten unter 70 % herunter. Fälle mit 100 % kommen häufig vor.

Die zweite Tabelle giebt die Anzahl der Fälle, in welchen das Maximum der relativen Feuchtigkeit zwischen denselben Grenzen lag, in welchen aber während des ganzen Tages kein messbarer Regen gefallen ist. Hier sieht man, dass Tage ohne Regen und mit vollständig mit Dampf gesättigter Luft sehr häufig sind.

In der dritten und vierten Tabelle haben wir dieselbe Zusammenstellung der Fälle mit schwachem und mit starkem Regen.

Dass an Tagen mit sehr starkem Regen die Luft ziemlich feucht sein muss und an keinem derartigen Tage das Maximum der relativen Feuchtigkeit unter 70 % herabgegangen ist, kann nicht wunderbar erscheinen. Aber man sieht auch, dass es möglich ist, dass sehr starke Regen fallen und die relative Feuchtigkeit höchstens 70—79 % beträgt, ebenso wie an Tagen mit 100 % es zu gar keinem Niederschlag kommt.

Wir können hier das Jahresresultat kurz noch beifügen.

Anzahl der Fälle in 12 Jahren, bei welchen das Maximum der relativen Feuchtigkeit eines Tages lag zwischen folgenden Grenzen:

| % | 50—59 | 60—69 | 70—79 | 80—89 | 90—94 | 95—99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Überhaupt . . . . . . . | 8 | 71 | 417 | 1490 | 1250 | 961 | 190 |
| An Tagen ohne messb. Regen | 6 | 64 | 327 | 951 | 706 | 469 | 76 |
| An Tagen mit Regen bis zu 5 mm | 2 | 7 | 75 | 432 | 433 | 336 | 53 |
| „ „ „ „ über 5 mm | 0 | 0 | 15 | 107 | 111 | 156 | 61 |

Ich mache hierbei nochmals aufmerksam, dass nicht das Tagesmittel, sondern stets die höchste relative Feuchtigkeit in diesen Zusammenstellungen verwendet worden ist.

Daraus können wir wieder schliessen, dass die wesentlichste, vielleicht sogar die einzige Ursache der Regenbildung die Abkühlung beim Aufsteigen der Luft ist, sei es im verticalen Strom im Centrum der Cyclone, oder in der schrägen Bewegung in einiger Entfernung davon. Die Heftigkeit der Regen wird dann von der Heftigkeit des aufsteigenden Stromes in erster Linie, von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luftmassen in zweiter Linie abhängen.

Demnach glaube ich die Resultate kurz dahin zusammenfassen zu können:

1) Es besteht keine Abhängigkeit erster Ordnung des Barometerstandes von der Windrichtung.

2) Barometerstand und Windrichtung sind Functionen der allgemeinen Witterungsverhältnisse über einem grösseren Gebiet.

3) Die Temperatur eines Ortes hängt von der Windrichtung in erster Linie, von dem Barometerstand in zweiter Linie ab, derart, dass, je höher der Druck ist, um so tiefer die Temperatur aller Strömungen. Nur der Sommer macht hiervon eine Ausnahme. Bei tiefem Barometerstand haben die Winde eine mehr erwärmende Einwirkung.

4) Die Einwirkung von Windrichtung und Barometerstand auf die absolute Feuchtigkeit ist complicirt und nicht sehr bedeutend. Im Allgemeinen scheinen die wärmsten Strömungen auch die grösste Menge Dampf mitsichzuführen.

5) Relative Feuchtigkeit, Bewölkung, Wahrscheinlichkeit und Höhe des Regens sind in erster Linie Functionen des Luftdruckes, und zwar stehen sie zum Luftdruck im umgekehrten Verhältniss. Jedoch sind diese Elemente auch in zweiter Linie von der Windrichtung abhängig.

6) Daraus scheint weiter hervorzugehen, dass das Barometer in der That bei uns den Namen verdient, welchen ihm der Volksmund gegeben hat, dass es in der That ein Wetterglas ist. So hat sich auch hier der alte Satz bewährt:

Vox populi, vox Dei.

Wie ich schon an manchen Stellen hervorgehoben habe, ist es nicht möglich, aus der Bearbeitung einer einzigen Station nach der gegebenen oder ähnlichen Weise weitere Schlüsse theoretischer Natur über das Spiel kleinerer Cyclonen, namentlich im Sommer, über dem Festland zu erzielen. Es scheint mir aber, als ob man manche werthvolle Aufschlüsse würde erhalten können, die namentlich bei Prognosen im Interesse der Landwirthschaft nutzbar verwendet werden könnten, wenn sich Männer finden wollten, die noch für einige andere Stationen ähnliche Bearbeitungen vorzunehmen sich bereit erklärten. Es ist das zwar ein Stück mühseliger Arbeit, ich glaube aber gezeigt zu haben, dass man hoffen darf, die Arbeit nicht unnütz gemacht zu haben. Es würde mir als schöner Lohn für die viele dieser Arbeit gewidmete Zeit erscheinen, wenn sich wirklich weitere derartige Untersuchungen durchführen liessen und zu guten und fruchtbringenden Resultaten führen könnten.

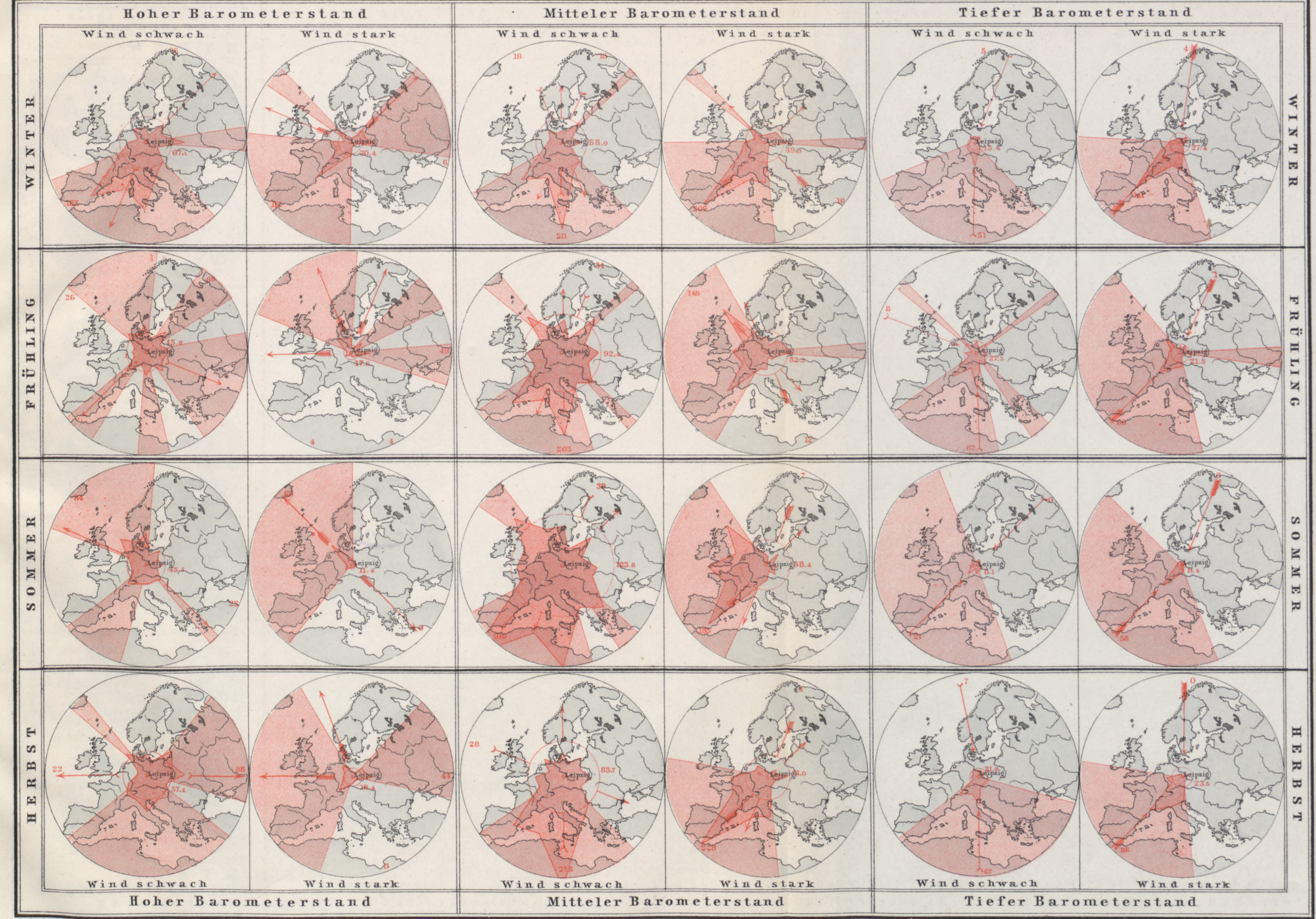
Druck der Engelhard-Reyher'schen Hofbuchdruckerei in Gotha.

# DIE WINDVERHÄLTNISSE IN CENTRAL-EUROPA.

Von Dr. P. Schreiber.

Petermann's Geogr. Mitthn.

Ergänzungsheft No. 66, Tafel 1.




Red. v. B. Hassenstein.

GOTHA: JUSTUS PERTHES

1881.

# ABHÄNGIGKEIT DER WITTERUNG IM CENTRALEN EUROPA VON LUFTDRUCK UND WINDRICHTUNG.

Von Dr. P. Schreiber.

| | WINTER | FRÜHJAHR | SOMMER | HERBST |
|---|---|---|---|---|
| | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand |
| Temperatur: Wind schwach | | | | |
| Temperatur: Wind stark | | | | |
| Feuchtigkeit: Absolute | | | | |
| Feuchtigkeit: Relative | | | | |
| Bewölkung | | | | |
| Regen: Wahrscheinlichkeit | | | | |
| Regen: Menge | | | | |
| | WINTER | FRÜHJAHR | SOMMER | HERBST |
| | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand | Hoher / Mitteler / Tiefer Barometerstand |

Red. v. B. Hassenstein.

GOTHA: JUSTUS PERTHES
1881.

